ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚазҰТУ ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК КазНТУ

VESTNIK KazNTU

№5 (111)

АЛМАТЫ 2015 СЕНТЯБРЬ

Главный редактор
Ж.М. Адилов –
академик, доктор экономических наук, профессор

Зам. главного редактора
Е.И. Кульдеев –
проректор по науке и инновационной деятельности

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

С.Б. Абдыгаппарова, Б.С. Ахметов, Г.Т. Балакаева, К.К. Бегалинова, В.И. Волчихин (Россия), Д. Харнич (США), К. Дребенштед (Германия), И.Н. Дюсембаев, Г.Ж. Жолтаев, 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, Н.С. Сеитов – член-корр. НАН РК, А.Т. Турдалиев, Г.Т. Турсунова.

Учредитель:

Казахский национальный 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. 904, тел. 292-63-46
n. fedossenko @ ntu. kz

© КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2015

• НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 504.062:378.147

А.А. Батырбаева[1], Р. Адырбайқызы[1]
(КазНТУ имени К.И. Сатпаева)
К.О. Шарипов[2], С.С Жакыпбекова[2], А.А. Киргизбаева[2]
(КазНМУ имени С.Д. Асфендиярова
batyrbaeva_aigul@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Аннатация. На Карашыганакском нефтегазоконденсатном месторождении в связи с увеличением добычи углеводородного сырья наблюдалось повышение уровня сероводорода и диоксида серы, а при дальнейшем увеличении добычи газоконденсата незначительно повысилась концентрация диоксида азота в атмосфере близлежащих к месторождению поселков, в том числе в поселке Березовка. В последние годы в связи с введением защитных мероприятий содержание вышеназванных химических веществ в атмосфере не превышало гигиенических нормативов

Ключевые слова: газоконденсат, коэффициент атерогенности, артериальная гипертензия.

Актуальность. Проблема охраны окружающей среды имеет особую актуальность и находится в ряду наиболее важных приоритетных задач для нашей страны с большими природными ресурсами и развитой добывающей отраслью (медь, нефть).

У населения, проживающего в районе разработки нефти и газа, наблюдается ухудшение многих показателей здоровья. Показатели заболеваемости жителей, близлежащих к нефтяным месторождениям населенных пунктов существенно превышает показатели общей заболеваемости населения этих районов, регистрируемых лечебными учреждениями. Это свидетельствует о негативных последствиях влияния указанных экологических факторов на здоровье населения.

Согласно литературным данным, степень загрязнения атмосферы пылью, оксидом углерода, диоксидом азота, сернистым ангидридом, сероводородом оценивается как средний уровень. Авторы считают опасным для здоровья загрязнение почвы и растительности тяжелыми металлами, в основном кадмием [1, 4].

На Карашыганакском нефтегазоконденсатном месторождении в связи с увеличением добычи углеводородного сырья наблюдалось повышение уровня сероводорода и диоксида серы, а при дальнейшем увеличении добычи газоконденсата незначительно повысилась концентрация диоксида азота в атмосфере близлежащих к месторождению поселков, в том числе в поселке Березовка. В последние годы в связи с введением защитных мероприятий содержание вышеназванных химических веществ в атмосфере не превышало гигиенических нормативов [5].

Цель – оценить степень риска развития ишемической болезни сердца путем изучения содержания общего холестерина, количества ЛПНП, ЛПВП, триглицеридов и коэффициента атерогенности в плазме крови у больных артериальной гипертензией и у лиц с нормальным уровнем артериального давления, проживающих в районе Карашыганакского нефтегазоконденсатного месторождения.

Методы и объем исследований. Было обследовано 98 человек, проживающих районе Карашыганакского нефтегазоконденсатного месторождения. Поселок Березовка находится 4 км от месторождения, а контрольный поселок Александровка расположен с южной стороны месторождения на расстоянии 45,5 км. В поселке Березовка было обследовано 50 человек, из них с артериальной гипертензией 25 человек. В поселке Александровка – 48 человек, из них с артериальной гипертензией 18 человек. Материалом для исследования служила плазма крови. Показатели

липидного обмена в ммоль/л определяли на автоматическом биохимическом анализаторе «Kuadro» (Италия) с помощью следующих тест-наборов: ЛПНП - «LDL-select FS», ЛПВП - «LDL-C Immuno FS», триглицериды - «Triglycerides FS», общий холестерин- «Cholesterol FS» фирмы DiaSys. Коэффициент атерогенности (КА) подсчитывали по формуле: Общий холестерин - ХС ЛПВП/ХС ЛПВП. Коэффициент атерогенности выражали в относительных единицах. Перечисленные показатели определялись потому, что они позволяют выявить дислипопротеидемию и определить степень риска развития ИБС и артериальной гипертензии. Согласно критериям, рекомендованным Европейской ассоциацией по изучению атеросклероза, показатели липидного обмена считались нормальными, если содержание общего холестерина было <5,2 ммоль/л, ЛПНП <3,9 ммоль/л, ЛПВП>1,1ммоль/л. Полученные данные были обработаны методом вариационной статистики с применением критерия Стьюдента. Различия считались достоверными при $p<0,05$.

Исследуемые жители были разделены на 4 группы: I группа - жители поселка Березовка, страдающие артериальной гипертензией, средний возраст – 53 года, II группа - жители поселка Березовка, не страдающие артериальной гипертензией, средний возраст – 37 лет, III группа - жители поселка Александровка с наличием артериальной гипертензии, средний возраст – 53 года, IV группа - жители поселка Александровка, не страдающие артериальной гипертензией, средний возраст – 45 лет.

Полученные результаты. Нами было выявлено, что у жителей поселка Березовка, страдающих артериальной гипертензией, по сравнению с лицами, не страдающими артериальной гипертензией наблюдался атерогенный сдвиг в липопротеидном спектре крови: количество общего холестерина было повышено на 28 %, ЛПНП – на 47 %, ТАГ- на 132 %, коэффициент атерогенности был увеличен почти в 2 раза (на 104 %), а количество ЛПВП было ниже на 27 % (таблица 1) [6, 7].

Таблица 1. **Липидный спектр плазмы крови жителей поселка Березовка (I и II-ая группа)**

Показатель		I – группа (АГ+)	II – группа (АГ-)
Холестерин	M± m % от группы сравнения p<0,01	5,78±0,28 128 %	4,53±0,13
ЛПНП	M± m % от группы сравнения p<0,01	4,10±0,28 147 %	2,78±0,15 $p_1<0,05$
ЛПВП	M± m % от группы сравнения p<0,05	0,98±0,12 73 %	1,35±0,13
Коэффициент атерогенности	M± m % от группы сравнения p<0,001	4,2±0,22 204 %	2,1±0,11
Триглицериды	M± m % от группы сравнения p<0,01	1,83±0,38 232 %	0,79±0,08
p-достоверные различия показателей при сравнении I-ой и II-ой групп.			

У жителей поселка Александровка (рисунок 1) с артериальной гипертензией по сравнению с лицами, не страдающими артериальной гипертензией количество общего холестерина, ЛПНП и триглицеридов имели лишь тенденцию к повышению, содержание ЛПВП не достоверно понижалось, и только коэфициент атерогенности был в 1,5 раза выше в III-ей группе по сравнению с IV-ой группой. При сравнении показателей липидного обмена у жителей обоих поселков, страдающих артериальной гипертензией, существенных отличий не наблюдалось [8].

У лиц без артериальной гипертензии, поселке Березовка по сравнению с контрольным поселком, содержание общего холестерина было ниже на 22 % ($p<0,01$), ЛПНП на 36 % ($p<0,01$), ТАГ на 33 % ($p<0,05$), коэффициент атерогенности был ниже почти в 2 раза ($p<0,01$). В ходе проведенных

нами исследований плазмы крови жителей близко расположенного к месторождению поселка Березовка, страдающих артериальной гипертензией, по сравнению с жителями без артериальной гипертензии было повышено содержание проатерогенных липидов - общего холестерина, ЛПНП, ТАГ и увеличен коэффициент атерогенности, а количество антиатерогенных ЛПВП было существенно ниже. Подобные изменения вполне соответствуют современным представлениям о биохимических механизмах возникновения атеросклероза и отражают достаточно высокую степень риска развития ИБС. В то же время у жителей поселка Березовка, не страдающих артериальной гипертензией по сравнению с жителями контрольного поселка, не страдающих артериальной гипертензией, нами выявлено достоверное снижение количества проатерогенных факторов – ЛПНП, ТАГ и коэффициента атерогенности, в то время, как количество ЛПВП существенно не отличались в обоих группах. Подобные изменения липидного спектра крови описаны при применении статинов – ингибиторов 3-гидрокси-3-метил-глютарилкоэнзим А-редуктазы, участвующих в синтезе холестерина и используемых для профилактики и лечения ИБС. Кроме того, выявлено, что несмотря на близость к зоне расположения газоконденсатного месторождения, показатели липидного обмена находятся в пределах нормы [9].

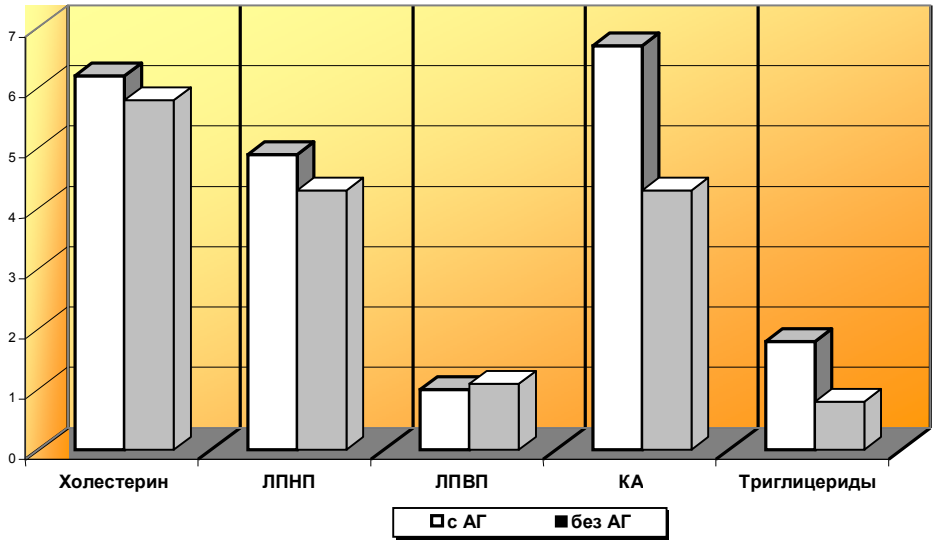


Рис. 1. Уровень некоторых показателей липидного обмена (ммоль/л) в плазме крови больных с артериальной гипертензией и у лиц без артериальной гипертензией поселка Александровка
р-достоверные различия показателей при сравнении III-ой и IV-ой групп.

Это можно объяснить более молодым возрастом (37 лет) лиц, входящих во вторую группу, у которых еще не успела полноценно сформироваться возрастная гиперхолестеринемия, а также тем, что в последние годы концентрация сероводорода, диоксида серы и диоксида азота в атмосфере не превышала гигиенических норм. И, таким образом, впоследствии отсутствовало выраженное токсическое воздействие вышеназванных веществ на организм. А у лиц более старшей возрастной группы в конце 90-х повышенное содержание этих веществ в атмосфере могло оказать токсическое влияние на печень, что наряду с возрастными изменениями обмена липидов и сформировало метаболический фон, способствовавший развитию атеросклероза и ИБС. Кроме того, учитывая, что у лиц, составляющих первую группу (53 года), наблюдается атерогенный сдвиг липидного спектра, можно говорить о том, что по причине длительного проживания в условиях воздействия вредных факторов окружающей среды и возраста, в данной группе происходит снижение компенсаторной реакции организма на воздействие загрязнения по сравнению со второй группой, что также внесло свой вклад в формирование неблагоприятного метаболического фона. Уменьшение содержания атерогенных ЛПНП, ТАГ и коэффициента атерогенности у жителей Березовки без артериальной гипертензии можно объяснить увеличением количества рецепторов к ЛПНП на мембранах клеток и усиленный захват холестерина клетками, либо увеличение активности сосудистой липопротеидлипазы, которая участвует в утилизации ЛПНП и повышении образования ЛПВП.

Наиболее чувствительным показателем атерогенного сдвига липидного спектра у жителей поселка Александровка с артериальной гипертензией по сравнению с жителями, не страдающими артериальной гипертензией, оказался коэффициент атерогенности. В то время как остальные показатели не достоверно отличались друг от друга. Возможно, это связано с незначительной разницей в возрасте: в III-ей группе – 53 года, в IV-ой группе – 45 лет.

Краткие выводы:

1 Изменения липидного спектра плазмы крови свидетельствуют о степени компенсационных способностей организма при воздействии неблагоприятных экологических факторов, способствующих развитию ИБС.

2 Показатели липидного обмена могут иметь прогностическое значение для оценки степени риска развития ИБС при воздействии на организм неблагоприятных факторов окружающей среды.

3 Нагрузка на организм вредных факторов окружающей среды понижает компенсационные возможности организма, вызывает дислипопротеинемию атерогенного характера.

4 У жителей более отдаленного от нефтегазоконденсатного месторождения поселка Александровка тенденция изменения липопротеидного спектра при артериальной гипертензии сохраняется, но носит более умеренный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1 Аканов А.А., Жумабекова С.Т., Алпыспаева М.А. Липопротеиды у лиц с различным уровнем артериального давления. // Конгресс Ассоциации кардиологов Казахстана. 16-17 октября 1998 г., Алматы. – С. 44.

2 Жакашов Н.Ж. Проблемы охраны окружающей среды при эксплуатации нефтегазового месторождения / Н.Ж. Жакашов, Ж.Д. Бекмагамбетова, З. Адильгирейулы // Materialy V Mezinarodnivedecko-prakticka konference «Nastolenimodernivedi - 2009», 27 zari – 05 rijna 2009 roku – Dil 8. Lekarstvi Zverolekarstvi Biologickevedy Ekologie. Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o – 72 stran.

3 Кенесариев У.И. Анализ состояния здоровья населения нефтегазодобывающего региона Казахстана / У.И. Кенесариев, Ж.Д. Бекмагамбетова, З. Адильгирейулы // Materialy V Mezinarodnivedecko-praktickakonference «Nastolenimodernivedi - 2009», 27 zari – 05 rijna 2009 roku – Dil 8. Lekarstvi Zverolekarstvi Biologickevedy Ekologie. Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o – 74 stran.

4 Кенесариев У.И. Характеристика некоторых факторов риска для здоровья населения нефтегазодобывающего района Казахстана / У.И. Кенесариев, Ж.Д. Бекмагамбетова, З. Адильгирейулы, А.У. Кенесары // Здоровье и болезнь. - 2009. - № 8 (84). – С. 12-16.

5 Будесова Ж.А. Тенденции медико-демографических показателей здоровья населения в регионе Карашыганакского нефтегазоконденсатного месторождения. // Вестник КазНМУ. – 2007 - №2.- С.25-28.

6 Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. Москва, 2004, стр. 551-552.

7 Камышников В.С. Норма в лабораторной диагностике. Москва, Медпрессинформ, 2014.

8 Тыныбаев Б.Г. Основные факторы загрязнения окружающей среды нефтегазового региона Прикаспия. // Гигиена, эпидемиология и иммунобиология. - 2005. - №4. - С. 41-43.

9 Царев В.П., Антонович Ж.В. Роль нарушений обмена липидов в патогенезе бронхиальной астмы. // Медицинский журнал. - 2006. - №2. - С. 24-26.

REFERENCES

1 Akanov A.A., Zhumabekov S.T., Alpysbayeva M.A. Lipoproteidy u liz s razlishnym urovnem arterialnogo davlenia. // Kongress Associazii kardiologov Kazachstana. 16-17 октября 1998 g., Almaty. – S. 44.

2 Zhakashev N.Zh. Problemy ohrany sredy pri expluatazii neftegasovogo mestorozhdenia / N.Zh. Zhakashov, Zh.D. Bekmagambetova, Z. Adylgereiyly // Materialy V Mezinarodnivedecko-prakticka konference «Nastolenimodernivedi - 2009», 27 zari – 05 rijna 2009 roku – Dil 8. Lekarstvi Zverolekarstvi Biologickevedy Ekologie. Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o – 72 stran.

3 Kenesariev U.I. Analiz sostoiania zdorovia naselenia neftegasodobyvaushego regiona Kazachstana / U.I. Kenesariev, Zh.D. Bekmagambetova, Z. Adylgereiyly // Materialy V Mezinarodnivedecko-praktickakonference «Nastolenimodernivedi - 2009», 27 zari – 05 rijna 2009 roku – Dil 8. Lekarstvi Zverolekarstvi Biologickevedy Ekologie. Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o – 74 stran.

4 Kenesariev U.I. Harakteristika nekotoryh faktorov riska dlia zdorovia naselenia neftegasodobyvaushego regiona Kazachstana / U.I. Kenesariev, Zh.D. Bekmagambetova, Z. Adylgereiyly, A.U. Kenesariev // Zdorovia i bolezn. - 2009. - № 8 (84). – S. 12-16.

5 Budesova Zh.A. Tendenzii medico-demografisheskih pokazatelei zdorovia naselenia v regione Karashaganakskogo neftegasokondensatnogo mestorozhdenia. // Vestnik KazNMU. – 2007 - № 2.- S.25-28.

6 Kamyshnikov V.S. Spravoshnik po kliniko-biohimisheskim issledovaniam i laboratornoi diagnostike. Moskva, 2004, str. 551-552.

7 Kamyshnikov V.S. Norma v Норма в laboratornoi diagnostike. Moskva, Medpressinform, 2014.
8 Tynybaiev B.G. Osnovnye factory zagriaznenia okruzhaushei sredy neftegasovogo regiona Prikaspia. // Gigiena, epidemiologia i immunologia. - 2005. - № 4. - S. 41-43.
9 Zarev V.P., Anronovish Zh.V. Rol narusheni obmena lipidov v patogeneze bronhialnoi astmy. // Medizinskii zhurnal. - 2006. - № 2. - S. 24-26.

Батырбаева А.А., Адырбайқызы Р., Шарипов К.О., Жакыпбекова С.С, Киргизбаева А.А.

Халықтың денсаулығына газ конденсатты кен орнының әсері

Тұжырым. Газ конденсаты кен орнына жақын орналасқан Березовка қалашығында және бақылау қалашығы - Александровкада тұратын артериялық гипертензиямен ауыратын науқастардың және дені сау адамдардың қан плазмасындағы жалпы холестериннің, ТТЛП, ТЖЛП және ТАГ мөлшерін анықтау жүргізілді. Артериялық гипертензиядан зардап шегетін Березовканың тұрғындарында қанның липопротеидтік спектрінің айқын атерогенді ауытқуы байқалатыны анықталды. Ал Александровканың артериялық гипертензиядан зардап шегетін тұрғындарында липопротеидтік спектрінің өзгеру тенденциясы сақталады, дегенмен ол бәсең сипатқа ие. Ағзаға қоршаған ортаның әсер етуі кезіндегі жүректің ишемиялық ауруы даму қаупінің дәрежесін бағалауда липидтер алмасуының көрсеткіштері болжамдық роль атқаруы мүмкін.

Түйін сөздер: газ конденсаты, атерогенділік коэффициенті, артериялық гипертензия.

Batyrbayeva A.A., Adyrbaykyzy R., Sharipov K.O., Zhakypbekova S.S., Kirgizbayeva A.A.

Influence of gas condensat fieldon health of population

Summary Contents of general cholesterol, LDL, HDL and TAG in blood plasma of patients who has a arterial hypertensia and persons not having arterial hypertensia, close to gas-condensate field of settlement Beryozovka and control settlement Aleksandrovka has been carried out. It revealed Beryozovka inhabitants who have an arterial hypertensia, have big arterial shift lipoprotein spectrum of blood. Aleksandrovka inhabitants suffering an arterial hypertensia, has changes lipoprotein spectrum but character that is more moderate. Parameters of lipid metabolism can have prognostic value for estimation of some degree of risk of development coronary heart disease, CHD at influence on organism of adverse factors of environment.

Key words: gas condensat, aterogen koefficienti, arterial hypertensia.

УДК 691.334.3

Г.О. Сарсенова
(Казахский национальный технический университет им.К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан gulshat1982@hotmail.com)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ГОРНО-ДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. Анализ представленных данных по горнодобывающим предприятиям Казахстана показал, что хвосты обогащения руд по запасам в основном превышают запасы отвалов пород. Необходимость вовлечения хвостов обогащения в производство диктуется еще и тем обстоятельством, что хвосты обогащения представлены тонкодисперсной массой, которая создает существенную угрозу пылевыбросов и последующего загрязнения элементов окружающей среды: атмосферы, почвы, поверхностных источников воды.

Ключевые слова: Техногенные минеральные образования (ТМО), полиметаллических руд.

В связи с этим нами было выбрано направление исследований по разработке технологий получения строительных материалов из хвостов обогащения медных, марганцевых, свицово-цинковых, хризотиласбестовых и хромитовых руд. Для этого были отобраны пробы с хвостохранилищ, определен их химический, минералогический, грануметрический состав. Результаты проведенных анализов представлены в таблицах 2.2-2.7.

Таблица 2.2. **Химический состав хвостов обогащения медных руд АО «Жезказганцветмет»**

Наименование проб	Содержание компонентов,%							
	Cu	Pb	Zn	SiO2	Feобщ	Al2O2	CaO	S
Хвост ОФ №1	0,08	0,03	0,03	71,94	2,3	11,8	4,1	Меньше0,10
Хвост ОФ №2	0,11	0,03	0,02	69,32	2,9	11,9	4,9	0,11

Таблица 2.3. **Химический состав хвостов обогащения марганцевых руд**

Наименование проб	Содержание компонентов,%								
	SiO2	Al2O2	Fe2O2	CaO	MgO	Mno	P2O2	K2O	Na2O
Лежалые хвосты ОФ	58,41	12,7	3,26	1,86	1,4	10,7	0,32	6,45	4,9

Таблица 2.4. **Гранулометрический состав хвостов обогащения марганцевых руд**

Состав хвостов по классам,%						
-0,074мм	+0,074мм	+0,2мм	-0,5мм	+0,5мм	+0,0мм	+2,0мм
22,0-25,6	17,1-48,1	9,5-19,1	16,8-29,4	1,55	9,3	1,55

Физико-механические свойства:

Крепость по шкале Протодьякова -6-14;

Насыпная плотность-2,9-3,0;

Влажность,%-6,0.

*Минералогический состав хвостов обогащения марганцевых руд:*кварц-полевошпаты, лейкоксен, мусковит, хлорит, серицитизрованные плагиоклазы, гидрокислы марганца и др.

Таблица 2.5. Химический состав хвостов обогащения хромитовых руд Донского ГОКа

Наименование проб	Содержание компонентов,%							
	Cr2O2	SiO2	MgO	Fe2O2	Al2O2	K2O	CaO	S
Шламовые хвосты	12,0	29,6	30,0	20,8	6,2	1,0	0,37	0,04
Кусковые отходы обогащения	14,0	29,6	40,0	9,0	6,0	1,0	0,37	0,06

Минералогический состав кусковых и шламовых хвостов представлен серпентинитом, магнезитом, доломитом, кальцитом, брейнеритом, кварцем, тальком, хризотилом, магнохромитом и др.

Физико-механические свойства отходов обогащения хромитовых руд:

Крепость по шкале Протодьякова -5,7;

Насыпная плотность-1,5-1,55;

Таблица 2.6. **Химический состав хвостов обогащения свинцово-цинковой руды Карагайлинского ГОКа**

Наименование проб	Содержание компонентов,%				
	SiO2	Al2O2	BaSO4	Zn	Pb
хвосты обогащения	30-70	3-8	20-40	0.5-0.8	0.3-0.5

Физическое состояние: мелкодисперсный материал

Минералогический состав: кварц, барит, полевой шпат, пирит

Таблица 2.7. **Химический состав хвостов обогащения хризотил-асбестовых руд АО «Костанайские минералы»**

Наименование проб	Содержание компонентов,%						
	SiO2	MgO	Fe2O2	CaO	Al2O2	FeO	Cr2O2
хвосты обогащения	37,0 -40,96	39,06 -41,56	1,91 -5,43	-1,09 1,56	0,82 -1,42	-0,93 2,73	-0,3 0,4

Физико-механические свойства:

Отходы обогащения представляют собой сухой дробленый материал с содержанием фракции +5,0мм около 15%.

Сравнительный анализ отобранных проб с вышеперечисленных месторождений показал, что все отходы обогащения представляют собой высоко кремнистый материал. Содержание кремнезема от 30 до 70%. Повышенные содержания MgO(в пределах 30-40%) характерны для отходов обогащения хромитовых и хризотил-асбестовых руд.

Содержание основных компонентов марганца, хрома, свинца и цинка в представленных пробах Донского, ЖездинскогоКарагайлинского достаточно велико 10% Mn, 12% Cr2O3,0.3% Pbи 0.8%Zn,что является сдерживающим фактором для использования их в производстве строительных материалов.

Текущие хвосты Жезказганских обогатительных фабрик №№1 и 2 содержат ценные компоненты в количестве сотых долей процента и их доизвлечение экономически нецелесообразно. Лежалые хвосты обогащения медных руд, по данным ДГП ГНПОПЭ «Казмеханабор» [5], следует считать техногенным сырьем-дополнительным источником получения медного концентрата. На основании результатов проведенных исследований авторы подсчитали , что из 100тыс. т хвостов в год можно получить 140т меди,149 кг рения и 11 т серебра, при содержании в лежалых хвостах меди-0,24%, рения-0,5 г т, сереьра-3-4 г/т.

В связи с этим наиболее перспективными для проведения исследований по разработке конкурентной способной технологии получения стройматериалов являются текущие хвосты обогащения медных руд Жезказганского месторождения и хризотил-асбестовых руд АО «Костанайские минералы».

ЛИТЕРАТУРА

1.Ужжеков Б.С. , Каюпов С.К. Техногенные минеральные образования предприятий горнопромышленного производства, возможности их использования и геоло-экономическая характеристика. Алматы, 2005.-103с.

2.Битимбаев В., Худякова Т., Вернер В. И др. Комплексное использование минерального и техногенного магнезиального сырья для производства строительных материалов и изделий// промышленность Казахстана.-2011.-№12.-С.71-73.

3.Сарсенов А., Кабиева А., амерханова Ш. проблемы увеличения комплексности использования сырья при переработке хромитовых руд// промышленность Казахстана.-2012.-№4-С.79-82.

4. Гумарова Т., Нурманова С., Клец в. Эффективность использования отходов горно-металлургического комплекса// Промышленность Казахстана.-2001.-№10-с.80.

REFERENCES

1.Uzhzhekov BS , SK Kayupov Man-made mineral formations enterprises mining production, the possibility of their use and geo-economic characteristics. Almaty, 2005.-103c.

2.Bitimbaev V. Khudyakov T. Werner V., et al. Complex use of mineral and technogenic raw material for magnesia production of building materials and products // industry Kazahstana.-2011.-№12.-S.71-73.

3.Sarsenov A. Kabieva A. Sh Amerkhanova problem of increasing complexity in the use of raw chromite ore processing industry // Kazahstana.-2012.-№4-S.79-82.

4. Gumarova T. Nurmanova S. Klets in. Efficiency of waste mining and metallurgical complex // Industry Kazahstana.-2001.-№10-p.80.

Сарсенова Г.О.

Кейбір тау-кен компанияларының қоймаларын сапалық сипаттамаларын анықтау

Түйіндеме. Шығарылған түрлі техногендік минералдық түзілімдер физикалық және механикалық қасиеттері, минералогиялық және химиялық құрамы, бөлшектердің мөлшері, тығыздығы мен беріктігін ерекшеленеді. Техногендік минералдық түзілімдердің түрлі құрамы мен техникалық сипаттамаларын үлкен саны ескере қоршаған ортаны факторларды ескере отырып, дыбыс, техникалық және экономикалық шешімдер таңдау мақсатында кешенді зерттеу қажеттігін анықтайды

Сарсенова Г.О.

Determination of the qualitative characteristics of tailings Some mining companies

Summary. Man-made mineral formations of different origins differ in physical and mechanical properties, mineralogical and chemical composition, particle size, density and strength. The large number of different composition and technical characteristics of man-made mineral formations determines the necessity of a comprehensive study in order to select sound technical and economic decisions, taking into account environmental factors

УДК 691.334.2

Г.О. Сарсенова

(Казахский национальный технический университет им.К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан gulshat1982@hotmail.com)

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Аннотация. Геохимическая особенность многих месторождений Казахстана заключается в том, что они содержат рудные и нерудные породы, представляющие интерес для использования в смежных отраслях. Промышленность строительных материалов располагает большими резервами экономии, которые могут быть реализованы за счет привлечения отходов производства горно-рудных предприятий для замены ими специально добываемого сырья.

Ключевые слова: Техногенные минеральные образования (ТМО), полиметаллических руд.

Огромные масштабы строительства в Казахстане требуют значительного количества минерального сырья для индустрии строительных материалов. Интенсификация в данном направлении сопряжена с использованием промышленных отходов взамен первичных природных ресурсов с целью удешевления стройматериалов.

Использование в индустрии строительных материалов твердых отходов горно-рудного производства является более экономичным по сравнению с производствами стройматериалов на базе специальной добычи минерального сырья. Выявление сырьевых ресурсов, пригодных для использования в производстве дефицитных строительных материалов существенно пополняют сырьевую базу.

Вскрышные и вмещающие породы представляют собой наиболее крупный источник сырья для производства нерудных строительных материалов, несмотря на то, что более 80% вынимаемой горной массы пригодно лишь для заполнения выработанных пространств, строительства временных дорог и других неответственных сооружений [1,2].

Отходы обогащения, как правило более удобны для использования в производстве нерудных строительных материалов, чем вскрышные и вмещающие породы, поскольку они, во-первых, более однородны, во-вторых, представляют собой уже дробленный, а иногда и фракционный материал.

Отходы обогащения крупностью зерен 0,14-2,0 мм используются в качестве заполнителя для приготовления тяжелого бетона, строительных растворов, плотных ячеистых автоклавных и безавтоклавных силикатных бетонов, асфальтобетонов, для получения силикатного кирпича и устройства оснований дорог. Тонкодисперсная часть отходов (менее 0,14мм) может быть использована для получения силикатных материалов (кирпич, газосиликатные блоки и т.п.)

В Казахстане накоплен некоторый опыт применения отходов цветной металлургии, а именно шламов при производстве железобетонных изделий.

На Павлодарском алюминиевом заводе разработана технология по извлечению из низкосортных бокситов до 85-90% глинозема. Исследование шламов Павлодарского алюминиевого завода показало, что эти отходы можно эффективно использовать в качестве вяжущих компонентов в бетонах активированных известью и гипсом, с добавками доменных и фосфатных шлаков, золы и песка. Установлено также, что шламы могут применяться в качестве силикатного автоклавного материала для изготовления силикатного кирпича, ячеистого бетона, в качестве минерального порошка для приготовления асфальтобетонных смесей. Исследования ученых Петербурга показали возможность использования шламов как сырьевого компонента для производства портландцемента. Возможно применение шламов в качестве флюса при выплавке чугуна.

Результат исследования проведенные многими институтами России показывают, что основная масса нерудных минералов, попутно добываемых совместно с рудными может быть использована в качестве строительного материала [3]. Так нефелиновый шлам - побочный продукт (отходы) при производстве глинозема, на протяжении многих лет используется в промышленности строительных материалов [4,5]. В результате совместного помола нефелиного шлама с портландцементным клинкером и гипсом получают высококачественные цементы марок 200,300,400,500 и 550.Кроме цементного производства нефелиновый шлам может применяться в производстве кирпича, блоков,

плит, в дорожном строительстве, при производстве вяжущего для асфальтобетона, огнеупоров, ситталов, при изготовлении цветного стекла.

Изучение опыта использования отходов горно-рудного производства показало, что в качестве сырья применяются в основном минеральные материалы которые можно разделить на 3 основные группы [6].

-Кремнеземистые материалы, содержание более 50% SiO2

-известковые материалы, содержание более 50% CaO

-известково-кремнеземистые материалы, содержащие от 20 до 50% CaO и 20-50% SiO2. Сфера использования этих отходов в значительной степени определяются их минералогическим составом.

Состав отходов горно-рудного производства определяют пути целесообразного их использования и создает предпосылки для развития сырьевой базы нерудных материалов. Состав отходов должен быть тщательно изучен и по степени вторичной минерализации с отбором проб в искусственных обнажениях из бортов карьеров и отвалов, с уточнением содержания в отходах из бортов карьеров и отвалов, с уточнением содержания в отходах пылевидных и глинистых частиц. Эти данные позволяют произвести подбор рационального соотношения минеральных компонентов, содержащихся в отходах. Запасы отходов, показатели зернового минералого-петрографического и химического их состава, а также показатели качественного состава сырья по пределу прочности, водопоглощению, морозостойкости, объемной массе, строению горных пород являются важными факторами формирования себестоимости продукции при переработке отходов и воздействуют на окупаемость капитальных вложений.

Изучение опыта использования техногенных отходов показало, что процесс их переработки находиться лишь в начальной стадии, хотя эта проблема уже давно стоит в центре ученых, экологов, плановых и хозяйственных работников. На настоящий момент эффективных технологических процессов переработки геотехногенного сырья нет.

Утилизация техногенного сырья эффективна, но при этом следует учитывать, что она требует тщательного изучения качества отходов, его соответствия требованиям государственных, отраслевых стандартов и технических условий. Для реализации проектов использования отходов необходимы значительные капитальные затраты.

Получение высококачественной, экономически выгодной и экологически безопасной продукции является основным направлением современной индустрии строительных материалов в Казахстане.

ЛИТЕРАТУРА

1.Байкуатова К.Ш. Использование отходов горно-рудного производства. Алматы: Казахстан, 1988.-95с.

2. Туманова Е.С., Цибизов А.Н., Блоха Н.Т. и др. Техногенные ресурсы минерального строительного сырья. М.: Недра, 1991.-208с.

3.Ефремов А.В., Пахомов В.А. Экономическая эффективность утилизации горно-промышленных отходов. М. Недра, 1988.-160с.

4.Ковалерова В.И., Аллик А.Р. Строительные материалы из попутных продуктов промышленности. Л.,1981.

5.Ласкорин Б.Н. Барский Л.А., Персищ В.З. Безотходная технология переработки минерального сырья. Системный анализ. М.: недра, 1984.

6.Паримбетов Б.П. Строительные материалы из минеральных отходов промышленности. М.: Стройиздат., 1978.-200с.

REFERENCES

1.Baykuatova KS Use of waste mining production. Almaty, Kazakhstan, 1988, 95c.

2. Tumanov ES Tsibizov AN Bloch NT and others. Man-made mineral resources of building materials. M .: Nedra, 1991.-208c.

3.Efremov AV Pakhomov VA Economic efficiency of utilization of mining and industrial waste. M. Nedra, 1988.-160s.

4.Kovalerova VI, Allik AR Building materials-products industry. L., 1981.

5.Laskorin BN Barsky LA, Persisch VZ Waste-free technology of mineral processing. System analysis. M .: Nedra, 1984.

6.Parimbetov Building materials made of mineral waste industry. M .: Stroyizdat., 1978-200c.

УДК 004.942

В.К. Зайцев
(International Information Technologies University, Kazakhstan, Almaty,
hotpointserver@gmail.com)

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. Представлен один из методов мониторинга окружающей среды в секторе потребления тепловой энергии за счет вычисления индекса энергоэффективности и суммарного показателя теплопотребления. Произведение мониторинга исследуемых зон осуществляется с применением беспроводных сенсорных сетей и специального программного комплекса, работающего в совокупности со статической и динамической моделями исследуемой местности. Расчет осуществляется путем применений физических показателей зданий, включая размеры, материалы стен и их показатели теплопроводности. Применяя данные показатели, программная среда представляет в статистике те здания, которые должны подвернуться термомодернизации и, в следствие этого, значительно сократить спрос на тепловую энергию, в том числе и снизить вредные выбросы в атмосферы, выделяемые за счет сжигания топлива для производства тепловой энергии районными котельными.

Ключевые слова: мониторинг окружающей среды, индекс энергоэффективности, показатель теплопотребления, исследуемая зона, термомодернизация, беспроводная сенсорная сеть, статическая модель исследуемой местности, динамическая модель исследуемой местности.

Индекс энергоэффективности – показатель эффективности потребления и сохранения тепловой энергии зданием. Обычно показателем служат потери тепловой энергии с квадратного метра жилья за весь отопительный период или в год (кВт·ч/м^2). Чем ниже этот показатель, тем меньше требуется тепловой энергии для поддержания комфортной температуры внутри здания. Как правило, энергосберегающим, считается здание, где этот показатель может быть ниже 40 кВт·ч/м^2.

Показатель теплопотребления - показатель фактического потребления тепловой энергии зданием, подключенным к центральной отопительной сети. Как правило, вычисляется за счет специального оборудования. Расчет может осуществляться как за определенный период, так и за отопительный сезон.

Термомодернизация – ряд мер по улучшению энергоэффективности здания, за счет снижения его теплопотерь. Например, утепление стен, замена стандартных окон на более модернизированные модели и тд.

Мониторинг окружающей среды – средство определения экологического состояния исследуемой местности. В рамках данной статьи, подразумевается анализ конечных потребителей тепловой энергии (зданий и построек, подключенных к единой тепловой городской сети), вычисления показателя их энергоэффективности и теплопотребления, а также применение комплекса мер по сокращению спроса на тепловую энергию за счет применения мер по термомодернизации.

Исследуемая зона – в рамках данной публикации – подразумевается местность, здания которой снабжаются тепловой энергией посредством теплосети той или иной исследуемой районной котельной. В рамках исследования, может делиться на составляющие: для анализа небольших районов или одного здания.

Беспроводная сенсорная сеть – компьютерная сеть, образована совокупностью самоорганизующихся автономных сетевых модулей, способных осуществлять какие-либо замеры, выполнять простейшие задачи и производить передачу данных «друг-через-друга» посредством радиоканала.

Статическая модель исследуемой местности – компьютерная модель, представляющая собой совокупность физических показателей зданий: размеры комнат, типы стен, материалы окон, деверей и тд. Применение системой данной модели позволяет определять показатели энергоэффективности.

Динамическая модель исследуемой местности – компьютерная модель, представляющая собой температурные показатели (с поправкой на влажность) всех участков исследуемой зоны. С помощью динамической модели, системой определяется теплопотребление, а также осуществляется возможность регуляции подачи тепла зданиям электроклаппанными системами, где используются сверка температуры вне здания.

Экологический проект моделирования умного города предназначен для сохранения экологии, экономии воды, технологических ресурсов и топлива.

Как можно повлиять на экологическую обстановку городов нашей страны? Прежде всего, проблема заключается во вредных выбросах в атмосферу окружающей среды. А за ними следуют смена климата и истощение озонового слоя атмосферы. Кроме того, от заболеваний легочно-дыхательных путей страдают все новые и новые поколения.

Городские котельные для подогрева горячей воды сжигают огромное количество топлива, зачастую даже не задумываясь, насколько эффективно используется выходной продукт – тепловая энергия горячей воды. В рамках модернизации процессов производства предприятий, заводов и фабрик применяются различные мероприятия, признанные каким-то образом сократить вредные выбросы в окружающую среду. Для эффективного регулирования потребления топлива котельными установками – необходимы постоянные показания потребления горячей воды и пара жилых домов, офисов и прочих построек. Проблема таких расчетов заключается в том, что трудно прогнозировать наперед, сколько топлива необходимо для оптимального разогрева отопительных систем построек и зданий определенного района города и города в целом, поддержании оптимальных температур на теплотрассах, так как статистические данные зачастую отличаются от теоретических расчетов и имеют большой процент погрешностей.

Из-за того, что в отопительном секторе до сих пор применяются устаревшие технологии 40-80х годов, из модернизация считается экономически не рентабельной. Таким образом, в таких ситуациях, идут на крайние меры: сокращают производство. Однако, сокращение производства тепловой энергии воды и пара повлияет и на конечных пользователей – жильцов здания. Таким образом, целесообразно произвести анализ всех потребителей, которые находятся в данном отопительном секторе и определить, какие здания должны подвергнуться термомодернизации, или другим словами, над какими зданиями необходимо произвести ряд мер по уменьшению энергопотерь и, этим самым, добиться снижению спроса на тепло. Кроме того, еще большей задачей считается осуществление анализа не одного, а большого количества зданий, ведь районные котельные и ТЭЦ снабжают теплом, как правило, большие участки: от района до целого города.

В ходе разработки и автоматизации процессов и решения вышеперечисленных задач был произведен анализ предметной области. За зону исследования был принят город Алматы. С одной стороны видно, что это сложный механизм, который состоит из двух главных субъектов исследования – статических и динамических элементов. Или иными словами, искусственными объектами созданными людьми и окружающей средой.

Статическими элементами являются все данные помещений, отопительного оборудования, учитываются материалы стен, окон, этажность и пр. То есть все те элементы, которые прямо или косвенно участвуют в процессе теплоснабжения установками районной котельной. Под статикой подразумевается константность величин описывающих состояния этих объектов (размеры, коэффициенты материалов по теплопроводности и др.) Имея на вооружении эти величины можно представить здание уже некой статической компьютерной моделью, за основу которой входят показатели теплопроводности материалов и размеры составляющих объектов. Оптимальная температура в каждом помещении тоже остается неизменной. Данные полученные на выходе показывают лишь потребление тепловой энергии при устойчивой климатической зоне с примерным указанием температуры климата.

Используя данные статической модели, районная котельная сжигает ровно отведенное количество топлива независимо от температуры в данное время суток и сезона. Считается нецелесообразным чрезмерное нагревание помещений во время оттепели, потепления и аномальных признаках изменения температуры в холодное время года.

Если сопоставить поведение климатических условий местности, где расположен город в динамическую компьютерную модель, можно значительно улучшить эффективность всей городской системы теплоснабжения.

Динамическая модель климата включает в себя переменные показатели температуры, влажности воздуха и времени суток. Совмещая эту модель со статической моделью города, мы получаем данные, показывающие необходимое количество энергии для поддержания комфортабельной температуры построек и зданий в реальном времени.

Применение данной совокупности моделей на автоматических системах, регулирующих подачу тепловой энергии в здания, способствует не только оптимальному потреблению энергии, но и

значительно сократить ее количество, поддерживая при этом оптимальную температуру внутри помещений.

Однако, для создания такой динамической модели может появиться проблема. Например, если город очень большой, то показатели климатических условий на некоторых участках могут быть различными. Для решения данной проблемы на помощь приходят беспроводные сенсорные сети. Такие сети образуются совокупностью датчиков, способных снимать вышеперечисленные показания климата. Основная концепция данного проекта представлена на рис. 1.

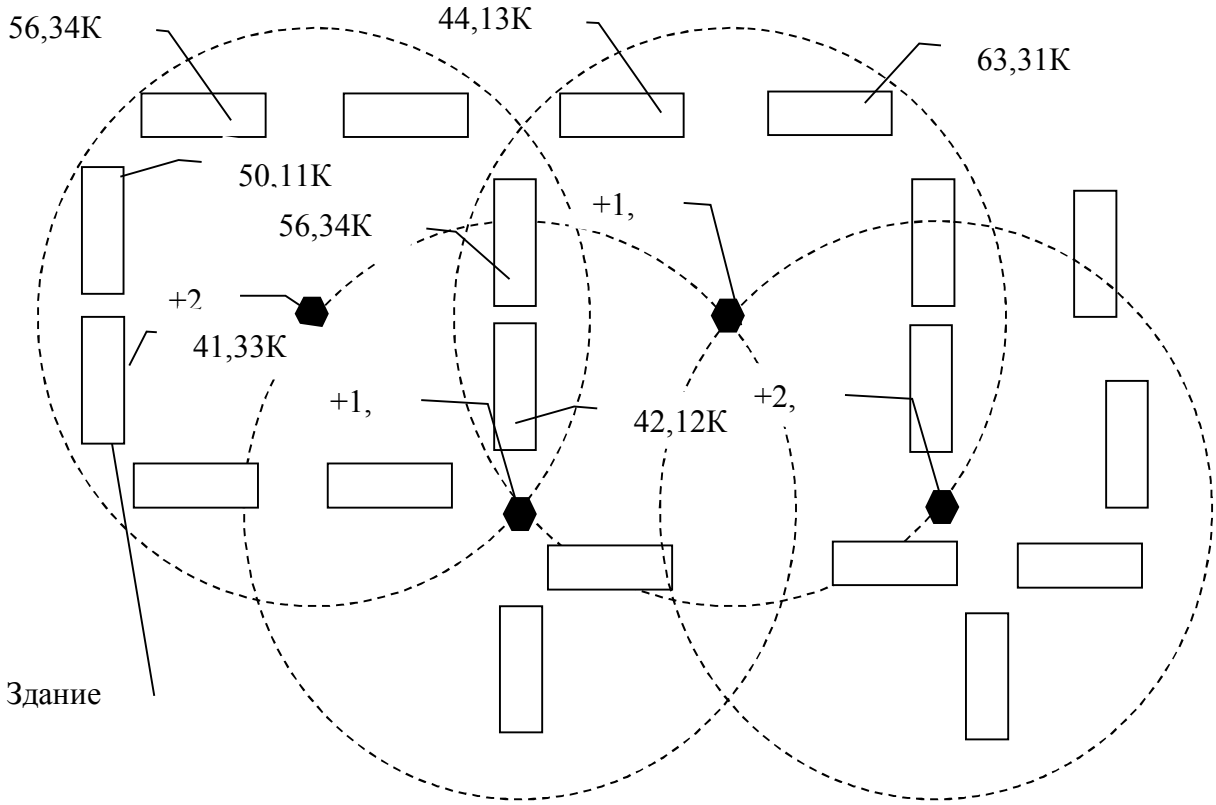


Рис.1. Основная концепция работы зданий и беспроводной сенсорной сети

Каждый модуль сенсорного датчика оснащается датчиками показания влажности, температуры воздуха, часами. Также он должен иметь точные координаты расположения. Модуль организации беспроводной сети обеспечивает взаимную передачу показаний всех участков исследуемой зоны между собой к центральной вычислительной машине (ЦВМ). Большим достоинством таких сетей является мобильность, миниатюрность, простота в обращении и иногда, если требуется - энерго-автономность (они сами способны вырабатывать энергию для себя за счет элементов потребляющих энергию ветра и солнца). Они могут размещаться в труднодоступных местах, о месте их расположения нам могут подсказать датчики технологии геоположения - GPS.

В ходе исследования были созданы специальные алгоритмы для взаимодействия узлов беспроводной сенсорной сети. Разделение узлов сети на уровни позволило четко определить роль каждого узла. Определение нужного алгоритма взаимодействия каждой из ячеек способствовало более оптимальной организации сетей, способных охватывать большие территории и производить передачу только важной информации (за счет метода промежуточного согласования) между собой.

Если поделить город на равные исследуемые зоны и расставить датчики в каждую полученную такую зону, то детальность состояния погодных условий в определенное время суток значительно улучшится. Поправки на климат будет производиться для каждого здания показаниями полученными именно с того участка, где это здание расположено.

Для применения данной системы на практике, сутки делятся на четыре равных временных отрезка по 6 часов. Подразумевается, что все статические параметры здания заранее введены пользователем в центральный блок управления системой, точки беспроводной сенсорной сети расставлены по местам и синхронизованы между собой.

В течении каждого временного периода осуществляется замер климатического состояния атмосферы каждого участка исследуемой зоны. Полученные данные применяются на входных данных модели энергопотребления зданий. Далее осуществляется вычисления индекса энергоэффективности и энергопотребления каждого здания. После этого программный комплекс представляет статистику энергоэффективности зданий, где, в том числе, наглядно показаны те здания и постороки, над которыми требуется термомодернизация. Например, здание, стены которого построены из железобетона (материала с низким показателем термосопротивления) должно быть утеплено. Теплоизоляционный слой, такой как стекловата, значительно улучшит энергоэффективность здания. В свою очередь, данная программная среда наглядно представит эффективность применной технологии, сравнив при этом коэффициенты энергопотерь здания до и после проведения вышеперечисленных мер.

Применение автоматических клапанов подачи тепловой энергии в здания значительно улучшают эффективность потребления и распределения энергии тепла по всему зданию. Однако, для того, чтобы тепло распространялось равномерно в каждое помещение, (чтобы не было недогрева и перегрева) используется еще одна функция данного проекта.

За счет манипуляции данными теплопотребления с поправкой на динамику температуры внешней атмосферы появилась возможность вычисления необходимого количества тепловой энергии для поддержания комфортабельной температуры внутри помещений. Применение такого метода фактически освобождает от использовании дополнительного оборудования по климатическому контролю внутри каждой комнаты. Иными словами, позволяет внедрение данной технологии без вмешательства в частную жизнь жильцов.

Далее программный комплекс производит расчет фактически потребленной тепловой энергии зданиями на исследуемой местности. Данный процесс может осуществляться в трех режимах: там где внедрено дополнительное оборудование по регуляции тепловой энергии, но отсутствует теплосчетчик; то же самое, но с тепловым счетчиком; по математической схеме расхода тепловой энергии с применением показателей теплопотребления. Совокупность этих трех методов позволяет гибко подойти к анализу и мониторингу каждого здания. В итоге, на выходе централизовано получаем статистические данные о потребленном количестве тепловой энергии и данные о количестве входной энергии для поддержания комфортабельной температуры помещения всего исследуемого района или город. Итоговые показатели потребления энергии могут быть представлены в разных эквивалентах, например, в показателях условного топлива, которые могут быть сверены с показателями котельной данного региона. Разница между производимым и потребленным количеством топлива способствует переходу к «золотой середине», где оба показателя всеми возможными средствами модернизации стараются приблизить. Эта разница и есть показатель эффективности потребления тепловой энергии после внедрения.

Технологии динамических показателей позволяют также эмулировать поведения окружающей среды. Благодаря эмуляции и знанию показателей погодных условий, появляется возможность вести расчеты и мониторинг выбросов вредных веществ в атмосферу в отопительный сезон прошлого и настоящего времени, проектировать новые типы зданий, проверять эффективность новых технологий по термомодернизации.

В будущем планируется более детальный расчет и совершенствование статической и динамической моделей. Будут добавлены параметры теплоносителей, теплогенераторов и прочих периферийных систем теплоснабжения. Будет добавлена персональная система мониторинга климатического контроля зданий. Также будет создаваться обобщенная технология эффективного теплового потребления и мониторинга окружающей среды для больших территорий.

Таким образом, данная система мониторинга позволяет:

– определять энергоэффективность зданий исследуемой зоны, вследствие чего позволяет определить постройки с высокими показателями энергопотерь;

– определить эффективность внедренных технологий по термомодернизации, сравнивая значения энергоэффективности до и после внедрения;

– вести подсчет теплопотребления зданий за определенный период, так и за весь отопительный сезон в целом без применения дополнительной аппаратуры энергоподсчета;

– производить проверку проектируемых зданий на энергоэффективность, испытывать новые варианты термомодернизации за счет представленной возможности эмуляции поведения окружающей среды;

–влиять на внедренную аппаратуру по регуляции потребления тепловой энергии и вести централизованное управление.

Все это в совокупности, позволит уменьшить спрос на тепловую энергию, а вследствие этого, способствовать уменьшить количество сжигаемого топлива и сокращению вредных выбросов в атмосферу окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Algoritmic Acpects of Wireless Sensor Networks. // Miroslaw Kutulowski, Jacek Cichon, Przemislaw Kubiak, Eds. — Poland, Wrozlaw: Springer, 2007;

2. almatyzhylu.kz/teplosnabdenie__.page – официальный сайт котельных города Алматы, со страницей информации расчетов за отопление;

3. «О методике оценки энергоэффективности зданий.» Самарин О.Д. Сборник трудов;

4. «Современные системы теплогазоснабжения и вентиляции» - М., 2003;

5. «Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий по показателям энергетической эффективности», К. Баймышев, Ю. Матросов, Д. Гольдштейн //статья в газете «Строительный Вестник Казахстана» от 9.07.2004г.

Зайцев В.К.

Мониторинг окружающей среды с применением беспроводных сенсорных сетей.

Резюме. В данной статье описывается разработка программного проекта мониторинга окружающей среды. Данное программное решение работает с использованием статической и динамической моделей исследуемой зоны с помощью беспроводной сенсорной сети.

Ключевые слова: мониторинг окружающей среды, индекс энергоэффективности, показатель теплопотребления, исследуемая зона, термомодернизация, беспроводная сенсорная сеть, статическая модель исследуемой местности, динамическая модель исследуемой местности.

Zaitsev V.K.

Monitoring of environment with using wireless sensor networks.

Summary. This article describes the development of program project for monitoring of environment. This program solution works with using static and dynamic models of studied area with using wireless sensor network.

Key words: monitoring of environment, energy efficiency index, mark of thermal energy consumption, studied area, thermo modernization, wireless sensor network, static model of studied ared, dynamic model of studied area.

УДК 339.5

Бөрібай Э.С., Алтеева Н.К., Тлеуберлина О.Б.
(Т.Рысқұлов атындағы Жаңа экономикалық университеті,
Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, eboribai_71@mail.ru)

АУЫР МЕТАЛДАРМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚ ПЕН СУ КӨЗДЕРІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ

Андатпа. Мақалада мұнай өндіруші аймақтардағы топырақтың және су көздерінің ауыр металдармен ластануы анықталған. Топырақ және судың құрамынан анықталған кейбір ауыр металдардың концентрациялары РШК мөлшерінен бірнеше есе артық екендігі байқалды.

Түйін сөздер. Биосфера элементтері, көмірсутектер, алау оттықтар, ауыр металдар, рауалды шекті концентрация (РШК), қорғасын, мырыш, кадмий.

Қазақстан әлемдегі ірі көмірсутек шикізаттарын өндіруші елдердің қатарына кіреді. Қазіргі кезде олардың пайдаланылып жатқан кен орындарының да, барланған, бірақ әлі толық көлемде пайдалануға берілмеген кендерінің де ауқымы орасан зор. Бұл әрине, ел экономикасы үшін өте маңызды болғанымен мәселенің екінші шағын да естен шығаруға болмайды. Көмірсутек қорларын барлау, өндіру, тасымалдау, өңдеу барысында қоршаған табиғи ортаға көп зиян келіп жатыр. Мұндай зиян биосфера элементтеріне: атмосфераның, гидросфераның, топырақ жамылғысының мұнай өнімдерімен ластануынан көрінеді. Көмірсутектердің қоршаған ортаны ластауының әртүрлі көріністерін Маңғыстау түбегінде орналасқан ірі мұнай кеніштерінің бірі «Қарақұдықмұнай» ЖШС-

нің табиғи ортаға әсерінен байқауға болады. Өйткені мұнай өндіруші мекеме қызметінің зиянды зардаптарынан құтылу жолдарын қарастыру аймақтың өзекті экологиялық мәселесі болып табылады.

Жұмыстың мақсаты. Топырақ және қабаттық су үлгілеріндегі ауыр металдардың және көмірсутектердің мөлшері бойынша «Қарақұдық» мұнай өндіру мекемесінің қоршаған табиғи ортаға әсерін экологиялық бағалау.

Зерттеу әдістері. Топырақ құрамындағы ауыр металдардың мөлшері атомдық-адсорбциялық әдіс арқылы және әр түрлі топырақтың үлгілерінде қорғасыннның, мыстың, мырыштың, кадмийдің, кобальт және никельдің мөлшері анықталды.

Зерттеуге алынған топырақ үлгілерін әртүрлі (тастан, өсімдік тамырынан, шыны сынықтарынан және т.б.) заттардан тазартылып, бөлме температурасында құрғатып, сонан соң фарфор ыдыста ұнтақталды. Дайын болған үлгілерден 1 г топырақ алып, 120˚С-та 1 сағатқа термостатта кептірілді. Кептірілген топырақ үлгісіне 3 мл азот, 2 мл концентрлі тұз қышқылы ерітіндісін құйып, салып 4-5 сағатқа термостатқа қойылады. Бұл кезде ауыр металдарды анықтау жеңіл болу үшін органикалық заттардан тазартылады. Одан кейін үлгіге 5-10 мг дистельденген су қосып, ертіндідегі ауыр металдардың жиынтығын төмендегі формула бойынша анықталды:

$$C\%=n*V/10*p \quad (1)$$

Мұндағы:

n- ерітіндідегі ауыр металдардың мөлшері (мкг/мл);

V- ерітінді көлемі (мл);

p- үлгі самағы (мл);

Атомдық-абсорбциондық әдіспен металдарды анықтауда элементтердің сызықтық резонанстық өте сезімтал сіңіргіш толқын ұзындықтары қолданылады: Zn- 2139 нм, Pb-283,3 немесе 217,0 нм, Cu-324,7нм.

Топырақ құрамындағы металдардың концентрациясы (С), мкг/кг келесі формула бойынша анықталды:

$$C=a*V/b*V \quad (2)$$

Мұндағы:

a- колибрлік график бойынша табылған металл мөлшері, мкг/см

V- минерализаттың жалпы көлемі, см

V- анализге қолданылған минерализат көлемі,

b- қолданылған топырақтың салмағы, г.

Атомдық-абсорбциялық спектрометрия еркін атомдардың жарықты сіңіруіне негізделген элементтер құрамын анықтайтын әдіс. Атомдардың әртүрлі формадағы энергиямен қарым қатынасы үш спектроскопиялық құбылыстарды бір бірімен тығыз байланысында айқындалады. Бұл әдістің ерекше маңыздылығына лабораториялық талдау техникасында дәлелденген.

Алынған нәтижелерді талдау

Зерттеу барысында ұңғыманың жанынан алынған топырақ үлгісіндегі мұнай өнімдерінің концентрациясы 3,43-ке тең. Ал кеніш аумағынан алынған топырақ үлгісіндегі мұнай өнімдерінің концентрациясы 22,50-ке тең болды (1-кесте).

1-кесте. **Көмірсутектер көрсеткіші**

Зертханалық үлгінің нүктесі	Үлгінің құрғақ салмағы (m), г	Үдемелі кездің ауданы, мм^2.	Экстракттың көлемі, мл	Экстракттағы көмірсутектердің жалпы концентрациясы (х), мкг/мл	Үлгідегі көмірсутектердің жалпы концентрациясы, мг/кг
Ұңғыманың маңы	11,656	3458320	1,0	40,00	3,43
Фон (бақылау)	12,274	28246956	1,0	276,19	22,50

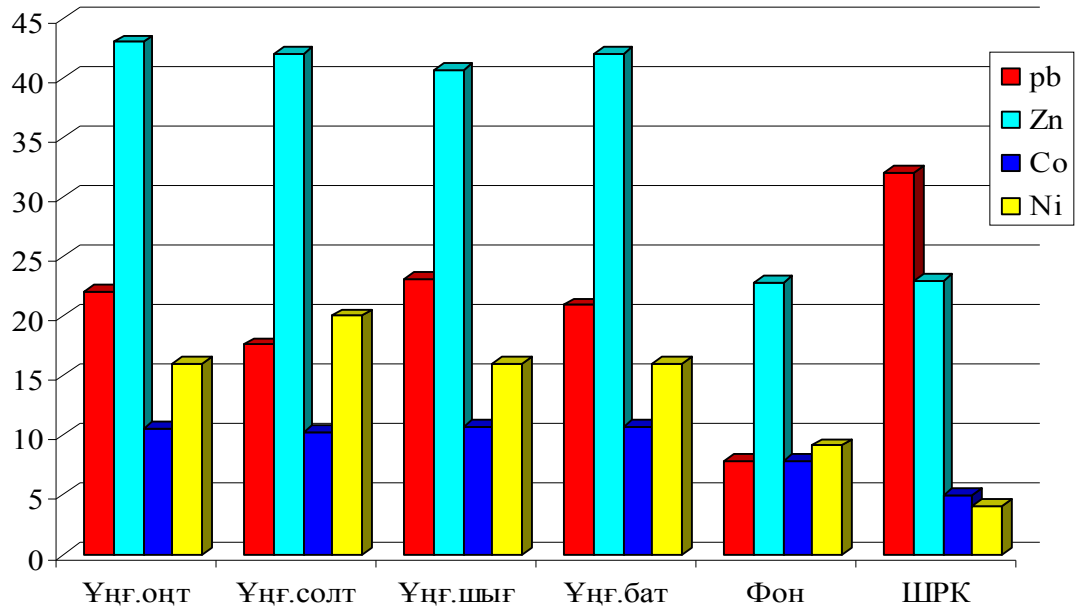
Кеніш аумағындағы ұңғымалардағы ауыр металдардың мөлшерін анықтауда атомдық-абсорбциялық спектрометрия талдауының нәтижелері бойынша зерттелген топырақ үлгілерінің құрамындағы қорғасын және кадмий металдарының мөлшері рауалды шекті концентрациядан (РШК) аспайтыны байқалды (2-кесте).

2-кесте. **Ұңғымалардағы топырақ құрамындағы ауыр металдар мөлшері, мг/кг**

Топырақ үлгілері алынған нүктелер	Ауыр металдар көрсеткіші					
	Pb	Zn	Cu	Cd	Co	Ni
№1	22±0,5	43,4±0,43	5±0,22	0,76±0,003	10,5±0,075	16±0,48
№2	17,6±0,31	42±0,18	5±0,22	0,84±0,011	10,2±0,018	20±0,26
№3	23,1±0,71	40,6±0,08	3±0,15	0,72±0,011	10,65±0,103	16±0,48
№4	20,9±0,31	42±0,18	5±0,22	0,8±0,004	10,65±0,102	16±0,48
Кеніш алаңы	12,1±1,3	47,6±1,22	1±0,52	0,5±0,052	7,8±0,43	4±2,71
Фон	19,8±0,10	30,8±1,91	4±0,031	1,06±0,005	10,8±0,129	3,1±3,98
РШК	32,0	23,0	3,0	1,0	5,0	4,0
Ескерту: №1- Ұңғыманың оңтүстік бөлігі; №2 - Ұңғыманың солтүстік бөлігі; №3 - Ұңғыманың шығыс бөлігі; №4 - Ұңғыманың батыс бөлігі.						

Зерттеуге алынған барлық топырақ үлгілерінің құрамындағы мырыштың мөлшері РШК-дан (23,0) жоғары екендігі анықталды. Яғни, зерттеуге алынған нүктелерде мырыштың мөлшері – 30,8-ден 47,6 мг/кг аралығында болды.

Мыс элементінің мөлшері Қарақұдық кенішінің алаңынан алынған топырақ үлгісінен басқа нүктелерде РШК мөлшерінен анағұрлым жоғары екендігі байқалды. РШК бойынша мыстың мөлшері 3,0 мг/кг-ға тең болса, ал топырақ үлгілері алынған нүктелердегі мыстың мөлшері 1±0,52 мг/кг мен 5±0,22 мг/кг аралығында ауытқиды.



1-сурет. Топырақ құрамындағы ауыр металдардың мөлшері

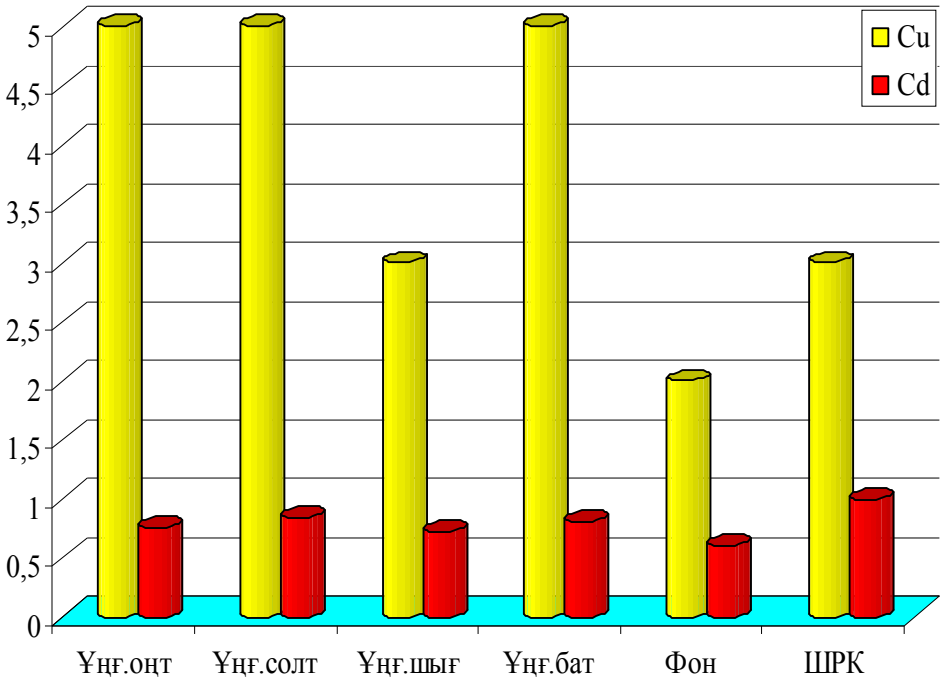
РШК бойынша кобальттың мөлшері 5,0 мг/кг аспауы тиіс, ал зерттелген топырақ үлгісіндегі кобальт мөлшері 7,8±0,43 мг/кг мен 10,8±0,129 мг/кг аралығында ауытқиды.

Топырақ құрамындағы мырыштың мөлшері РШК-дан асатыны анықталды. РШК бойынша никельдің мөлшері 4 мг/кг, ал топырақ үлгілеріндегі никельдің мөлшері 3,1±3,98 мг/кг мен 20±0,26 мг/кг аралығында.

Кеніш аумағы топырағының құрамындағы ауыр металдар мөлшерінен басқа қабаттық судың құрамын зерттегенде, кеніш аумағынан таяу маңдағы қабаттық су көздерден де ауыр металдардың концентрациясы кейбір элементтерде жоғары болды (3-кесте).

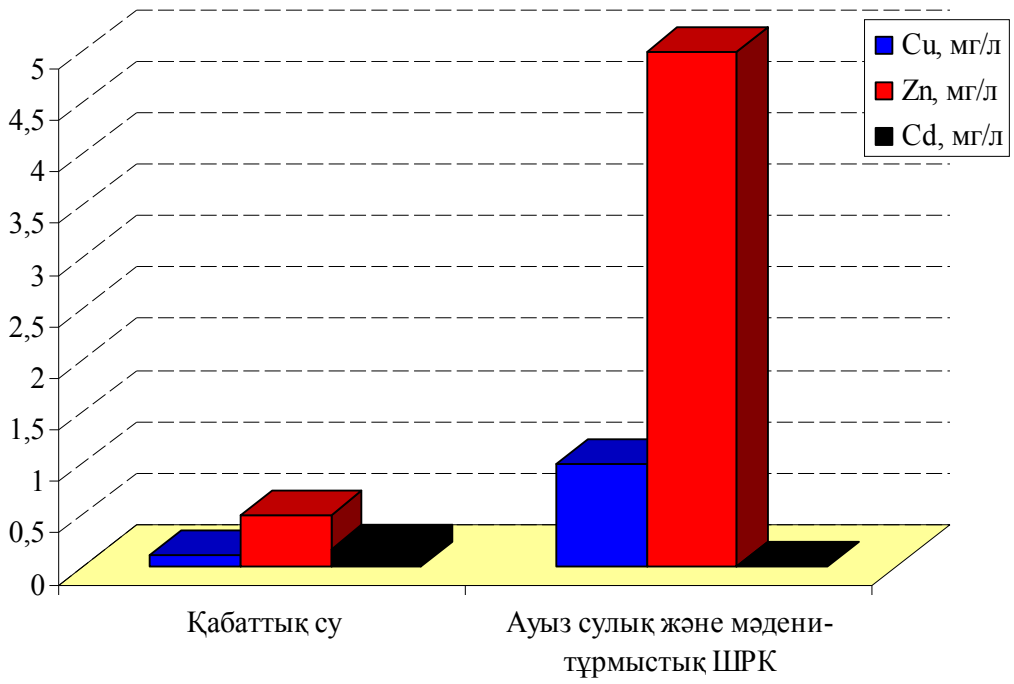
3-кесте. **Судың құрамындағы химиялық элементтер мөлшері**

Зерттелген су көздері	Химиялық элементтер мөлшері, мг/кг						
	Cu	Zn	Ni	Fe	Pb	Cd	Co
Қабаттық су	0,12	0,504	1,2	265,2	1,364	0,172	1,2
Ауыз су және мәдени-тұрмыстық судың РШК-сы	1,0	5,0	0,1	0,3	0,03	0,001	0,1

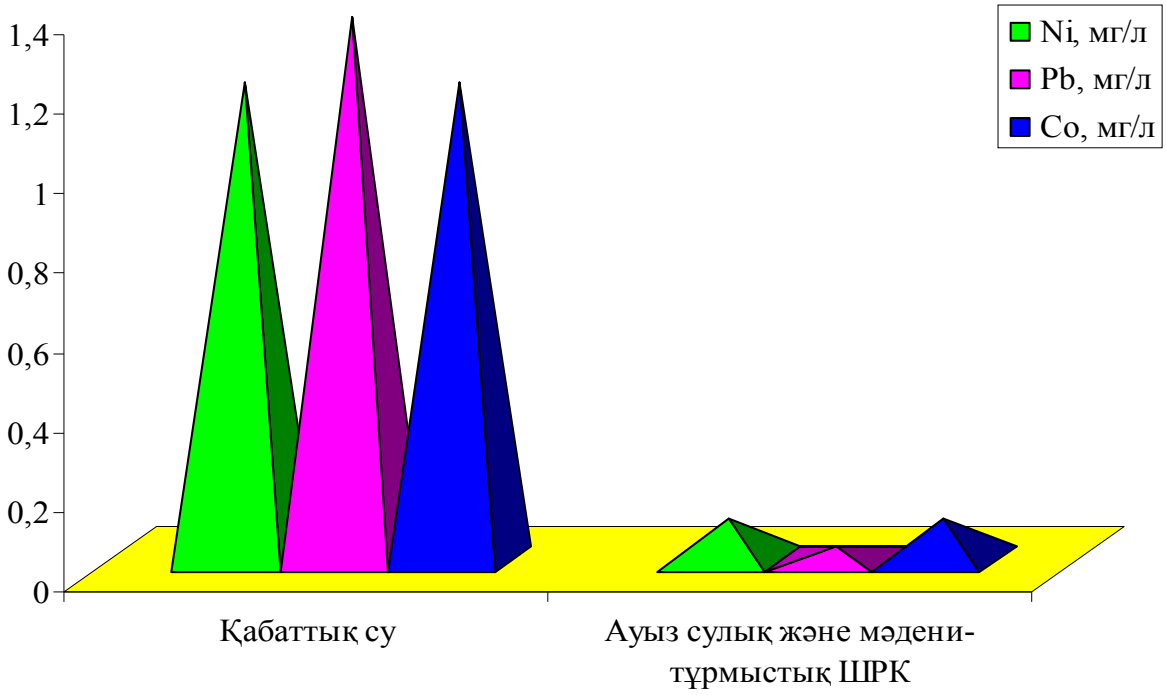


2-сурет. Қабаттық су құрамындағы ауыр металдар (Cu, Cd) мөлшері

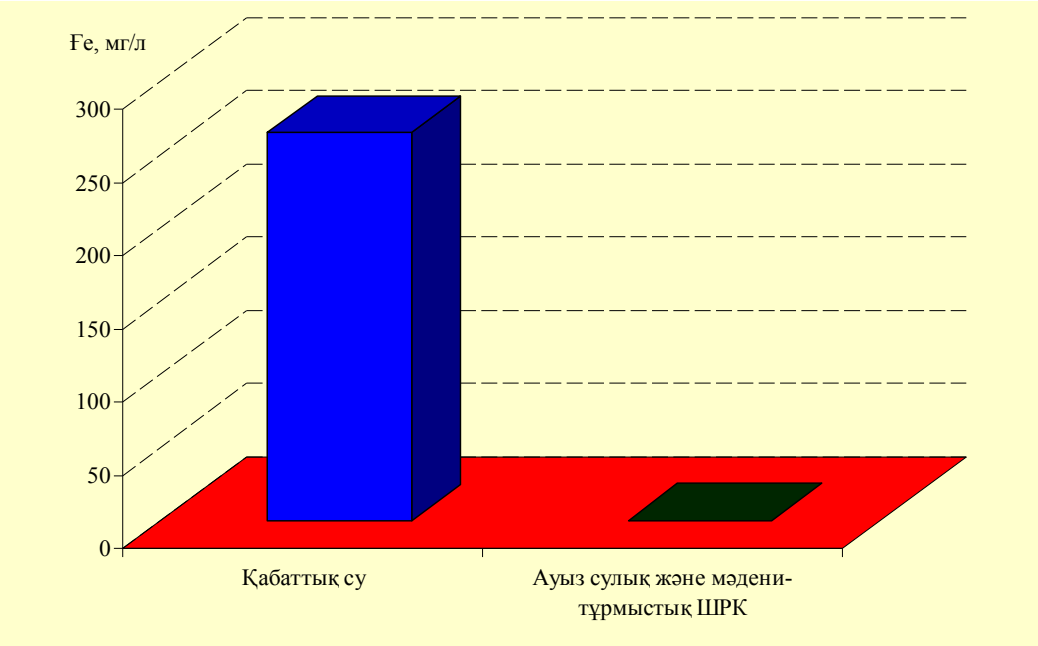
Қабаттық су құрамындағы мыстың мөлшері зерттелген үлгілердің барлығында (реңнен басқа) жоғары екендігі анықталды. Ал ұғыманың шығыс бөлігінен алынған үлгіде судағы мыстың концентрациясы ШРК шегінде болды.



3-сурет. Қабаттық және ауыз су құрамындағы элементтердің салыстырмалы көрсеткіштері



4-сурет. Қабаттық су құрамындағы ауыр металдар (Ni, Pb, Co) мөлшері



5-сурет. Қабаттық су құрамындағы темірдің (Fe) мөлшері

Зерттеу мәліметтерінен белгілі болғандай, мыстың (Cu) мөлшері 0,12 мг/л, ШРК бойынша 1 мг/л, яғни Cu мөлшері РШК-дан аспайды; мырыштың (Zn) концентрациясы 0,504 мг/л, шекті рауалды концентрация бойынша 5 мг/л, яғни қабаттық су көздеріндегі мырыштың мөлшері ШРК-дан аспайды.

Анықталған су құрамындағы никельдің (Ni) концентрациясы 1,2 мг/л, яғни никельдің мөлшері қабаттық су құрамында ШРК-дан (0,1 мг/л) бірнеше есе жоғары екендігі анықталды. Ал темірдің (Fe) концентрациясы 265,2 мг/л, ШРК бойынша 0,3 мг/л, бұдан байқағанымыздай Fe-дің мөлшері ШРК-дан бірнеше есе жоғары екендігі байқалды.

Қабаттық су құрамындағы қорғасынның (Pb) мөлшері 1,364 мг/л, ШРК бойынша 0,03 мг/л, яғни қорғасынның концентрациясы 14-15 есе жоғары болса, кадмийдің мөлшері 0,172 мг/л, ШРК бойынша 0,001 мг/л, яғни кадмий элементі де қабаттық судың құрамында ондаған есе артық екендігі анықталды. Ал кобальттың концентрациясы 1,2 мг/л, ШРК бойынша 0,1 мг/л екендігі белгілі, яғни кобальттың мөлшері де ШРК-дан ондаған есе жоғары болды.

Сонымен, жұмысты қорытындылай келе "Қарақұдықмұнай" ЖШС қоршаған табиғи ортаға әсерін бағалау үшін аталған мекеме территориясынан алынған топырақ және қабаттық сулардың ауыр металдармен ластану деңгейі анықталды. Топырақ құрамындағы Zn (30,8- 47,6), Cu (1-5 мг/кг), Co (7,8- 10,8 мг/кг), Ni (3,1- 20 мг/кг) мөлшері осы металдар үшін ШРК деңгейінен жоғары болса, Pb (12,1- 23,1 мг/кг) және Cd (0,5- 1,06 мг/кг) мөлшері ШРК деңгейінен төмен.

Қабаттық судағы Ni(1,2 мг/л), Fe(265,2 мг/л), Pb(1,364 мг/л), Cd(0,172 мг/л), Co(1,2 мг/л) мөлшері ШРК деңгейінен жоғары, Cu(0,12 мг/л) және Zn(0,504 мг/л) ШРК деңгейінен төмен. Ұңғыма жанынан алынған топырақ үлгісіндегі ауыр металдардың жалпы мөлшері фондық көрсеткіштен жоғары, әрі ШРК деңгейінен де бірнеше есе жоғары болып шықты, бұл мекеме территориясының топырағы айтарлықтай ластанғанын көрсетті.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Қазақстан Республикасының экологиялық қауіпсіздігінің тұжырымдамасы, Алматы: Ноосфера – Жербесік, 1996.- 149 б.

2. Осипов В.И. Геоэкология – междисциплинарная наука об экологических проблемах геосфер // Геоэкология.- 1993.- № 1.- С 4-18

3. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей среды: Словарь-справочник. – М.: Просвещение.- 1992.- 120с.

4. Реймерс Н.Ф. Экология.- М.: 1994.- 246с.

5. Экзарьян В.Н. Геоэкология и охрана окружающей среды.- М.: 1997.- с.

6. Мельников Н.Н. Экологические проблемы и освоение недр // Докл. межд. конфер. – М.: Изд. АГН.- 2001,- С 26-35.
7. Тлеубергенов С.Т. Адам экологиясы.- Алматы.- 1996.- 220 б.
8. Әділов Ж.Т. Тұрақты даму және айналадағы орта.- Алматы.- 1998.- 180 б.
9. Бейсенова Ә.С., Шілдебаев Ж.Б. Экология /Бағдарламалар/,Алматы.- 1998.- 7 б.
10. Надиров Н.К. Состояние и проспективы нефтегазовой отрасли Казахстана // Нефть и газ Казахстана.- 1996.- №1.- 5-16с.
11. Сериков Т.П., Ахметов С.М. О сборе нефти малых объектов месторождениях // Научно-технические развития нефтегазового комплекса.- Алматы-Атырау.- 2003.- 55-58с.
12. Калабаев Н.Б., Сериков Ф.Т. Решения проблем экологической безопасности при освоении и транспортировке нефти и газа // Вестник школы Казахстана.- №1.- 2003.- 36-38с.

REFERENCES

1. Qazaqstan the concept of environmental safety, Almaty: noosphere - Jerbesik, 1996.- 149 p.
2. Osipov VI Ecology - mejdïscïplïnarnaya science rev ecology problemax geospheres // Geoékologïya.- 1993. - № 1.- C 4-18
3. NF Reymers Labor prïrodı and Environment Wednesday: Dictionary spravoçnïk. - M .: Prosveşçenïe.- 1992. - 120cm.
4. Reymers NF Ékologïya.- M .: 1994.- 246s.
5. VN Ékzaryan Ecology and labor Environment sredı.- M .: 1997.-.
6. Melnikov NN Ecological problems and osvoenïe Nedra // Proc. Intern. Conference. - M .: Ïzd. AGN.- 2001, S. 26-35.
7. ST Tleubergenova Human ékologïyası.- Almatı.- 1996.- 220 p.
8. Adylov JT Sustainable development and the surrounding orta.- Almatı.- 1998.- 180 p.
9. Beisenova AS, Shildebaev JB, etc., and environmental / Programs / Almatı.- 7, 1998.- p.
10. Nadirov NK Status and prospective neftegazovoy otraslï Kazakhstan // Oil and gas Kazaxstana.- 1996.- №1. - 5-16s.
11. Serikov TP, Akhmetov SM O Oil malıx Collecting objects mestorojdenïyax // Scientific and Technical Development neftegazovogo kompleksa.- Almaty Atıraw.- 2003.- 55-58s.
12. Kalabaev NB, Serikov FT Solution problem ecological Prix osvoenïï Security and transportïrovke Oil and Gas // Bulletin of the School Kazaxstana.- №1.- 2003.- 36-38s.

Борибай Э.С., Алтеева Н.К., Тлеуберлина О.Б.

Оценка экологического состояния загрязнения почвенных и водных ресурсов тяжелыми металлами

Резюме. В статье доказана загрязненность почвенных и водных ресурсов на нефтепромышленной территории тяжелыми металлами. Результаты наблюдения показали присутствие некоторых тяжелых металлов в составе почвы и воды, концентрация которых значительно превышало показатели ПДК.

Ключевые слова: элементы биосферы, углеводороды, факел, тяжелые маталлы, ПДК, свинец, цинк, кадмий.

Boribay E.S., Alteeva N.K., Tleuberlina O.B.

Evaluation of the ecological state of the contamination of soil and water resources by heavy metals

Summary. We prove the contamination of soil and water resources on the territory of the oil industry with heavy metals. The results showed the presence of some heavy metals in the soil and water, whose concentration is significantly higher than the MPC.

Key words: elements of the biosphere, hydrocarbons, torch, heavy Metalla, MPC, lead, zinc, cadmium.

УДК 553.076: 553.251: 553.493.5:

Баудагулова Г.Б.[1,2], Козлов В.А[1], Жунусов А.А.[1],
Аймбетова И.О.[3,4], Курбаниязов С.К.[4]. Айменова Ж.Л.[1,2]
([1]Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
[2]РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья», Казахстан, г. Алматы
[3]Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэзова, Казахстан, г. Шымкент
[4]Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави, Казахстан, г. Туркестан
science@iktu.kz)

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАЛАСАУСКАНДЫК

Аннотация. Приведены геолого-минералогическая структура ванадийсодержащих черных сланцев рудного поля Северо-Западного Каратау, месторождения Баласаускандык. Приведены краткая историческая справка открытия данного месторождения, характеристика типичного разреза верхов горизонта кремнеземистых сланцев, рудного горизонта и пород месторождения. Показано, что в результате литературного и физико-химического исследования черных сланцев важнейшим приоритетом является всестороннее изучение химизма ванадиевой минерализации как основного вопроса с точки зрения промышленной ценности и освоения данного региона.

Ключевые слова: Каратау, черные сланцы, минералогия, химизм, ванадий.

На территории Казахстана находятся богатейшие в мире рудные месторождения, которые по составу являются разнообразными, но вместе с этим сложно перерабатываемыми. Наиболее высокопотенциальным сырьем для производства ванадия являются железные руды, магнетиты, титаномагнетиты, ильмениты, бурые железняки, фосфориты, горючие полезные ископаемые: нефти, нефтебитуминозные породы, сланцы, асфальтиты.

Мощные залежи этих месторождений по своему генетическому развитию расположены дугообразно. Их можно разделить на Большую и Малую дуги, которые тяготеют к горизонту углистых и кремнистых пород кембрийского возраста, протягивающемуся на многие километры [1]. Территориально их можно подразделить на следующие ванадиеворудные провинции: Шу-Сырдарьинскую, Прикаспийскую и Костанайскую. Эти значительные рудные месторождения являются мощными источниками ванадиевого сырья республики.

Основную часть ванадиеносных дуговых бассейнов составляют ванадиевые руды месторождений Джебаглы и Северо-Западный Каратау, запасы которых практически неограниченны и насчитывают сотни миллионов тонн. Особенностями этих месторождений являются преобладание ванадиевых рудных тел с высоким кремниевым модулем, небольшая глубина залегания, позволяющая вести их добычу открытым способом, что предопределяет высокую экономичность переработки руд [2].

Как отмечают большинство геологов, черные сланцы – биогенные осадки морей и океанов которые концентрируют колоссальные количества сидерофильных, халькофильных и литофильных элементов, мелководные терригенные осадки накапливают медь, свинец, цинк, тогда как более глубоководные осадки обогащены ванадием, молибденом, ураном и РЗЭ [3].

Эта группа элементов, проявляя сродство с ОВ сапропелевого происхождения, обогащает зону шельфа, удаленную от берега. Относительно мощного накопления ванадия в черных сланцах Юдович Л.Э. и др. отрицают биогенную роль ванадия в осадочных пародах. Это означает, что накопление ванадии происходит уже в осадке – в диагенезе. Такой подход не объясняет возникновения сульфидов - (VS_4 – патронит, $CuS_4 * VS_4$) и шпинелидов ($BaVO_4$) ванадия.

Изучение физических свойств, химического состава и структурных характеристик минералов руд бассейна Большого Каратау позволило установить:

- ванадий является индикатором эволюции отложений черносланцевой толщи раннего кембрия и репером минералообразования в истории Б.Каратау,

- минералы руд масторождения Бала-Саускандык относятся к тонко - и ультрадисперсным образованиям в коллоидных углерод - кремнеземистых породах.

Анализ микро – и наноразмерных минералов позволяет по - новому взглянуть на устоявшееся представление об образовании минеральных ассоциаций. С помощью современных методов анализа

стало возможным изучить химический состав и структуру вещества, размеры зерен которого определяются нанометрами. Минимальный размер зерен при которых минеральный индивид может быть отнесен к самостоятельному минералу, остается открытым.

В этом случае свойства минералов, такие как цвет, твердость, растворимость, температуры плавления и окисления, теряют свое диагностическое значение и, следовательно, традиционное описание минерального вида получается неполным и даже неверным. Для них характерны: стекловатый облик, раковистый излом, обилие трещин дегидратации и пустот, гигроскопичность, высокая отдача воды, изотропность и рентгеноаморфность.

Ниже приведена краткая историческая справка об открытии и изучении углерод – кремнеземистых пород месторождения Бала-Саускандык. При камеральной обработке каменного материала было установлено своеобразие углерод – кремнеземистой породы, содержащей значительные количества ванадия. Открытие ванадиевого месторождения Бала-Саускандык относится к 1940 г и принадлежит Н.А.Козлову.

В период (1941-1950 гг.) разведкой и исследованием был охвачено месторождение Бала-Саускандык и при этом установлено, что углерод – кремнеземистая формация является постоянной составляющей нижнекембрийской (Курумсакской) свиты. Установлено наиболее перспективное рудное поле: Баласаускандык Степень детальности изучения

Исследованиями Е.А.Анкинович и ее учеников установлено более 160 минералов, из которых многие содержат ванадий. В работе [4], минералы разделены на три группы: 1- основные, 2- характерные, 3- редко встречающиеся минералы. Порядок размещения минералов внутри каждой группы осуществлен по классам химических соединений.

В основу классификации положен принцип: первичные и вторичные минералы. Если принять первичные минералы – биогенные осадки морей и океанов, формирующиеся в окислительных условиях, то вторичные – образуются в восстановительной среде. Такой ход геологического развития и образования черных сланцев вызывает сомнение.

Месторождение Баласаускандык не устойчиво к выветриванию и часто создает пониженные участки, в общем характере формы рельефа положительные. Рудный горизонт является строго выдержанным стратиграфическим горизонтом непосредственно залегающим над кремнеземистыми сланцами почвы.

Типичный разрез верхов горизонта кремнеземистых сланцев, рудного горизонта и пород кровли следующий:

- на мощные массивные черные кремнеземистые сланцы налегает пласт светло-серого кристаллического известняка мощностью 0,3-0,7 м;

- известняк местами выклинивается и тогда непосредственно на кремний налегает пачка, представляющая собой чередование серых, тонко- рассланцованных кремнеземисто-глинистых сланцев с тонкоплитчатыми темно-серыми кремнеземистыми сланцами; мощность пачки не более 2 м;

- на описанную пачку налегает прослой серых кремнеземисто-глинисто-алевритовых сланцев, также тонкоразлистованных, мощностью от 0,1 до 0,4 м;

- описанный прослой перекрывается местами массивными или тонкослоистыми светло-серыми или белыми кварцитовидными породами; мощность от 0,2 до 0,6 м;

- на последние налегает второй пласт известняка мощностью 0,5-0,7 м;

- стратиграфически выше залегают темно-серые, местами черные кремнеземистые сланцы с тонкими прослоями серых глинисто-алевритовых сланцев; мощностью до 0,5-1,0 м;

- породы почвы рудного горизонта, в частности темно-серые и черные кремнистые сланцы, сменяются породами рудного горизонта, причем этот переход осуществляется постепенно, с появлением среди кремнистых сланцев прослоев ванадиевых руд; мощность рудного горизонта на Баласаускандыкском рудном поле колеблется от 13 до 5,0 м, в среднем от 10,0 до 7,0 м;

- выше, иногда по резкому контакту, чаще с постепенным переходом, залегают кремнеземистые сланцы кровли рудного горизонта, представленные тонкоплитчатыми черными разностями, чередующимися с прослоями серицитизированных алевритовых, карбонатно-кремнеземисто-глинистых и других сланцев; мощность пачки не превышает 1,5-2,0 м [4].

В строении северо-западной оконечности хр. Каратау участвуют в основном три морфологические группы: горная группа, степная долина окраин Бетпак-Далы, и предгорный мелкосопочник. Кремнеземистые сланцы, залегающие в почве и кровле рудного горизонта, как весьма устойчивые к агентам выветривания дают положительные формы рельефа, тогда как подстилающие толщи сравнительно легко выветриваются и дают отрицательные формы.

Совокупность всех географо-экономических элементов Северо-Западного Каратау ставит исследуемый район в разряд довольно трудных для его освоения, однако открытие в нем уникального по своим масштабам месторождения ванадия, содержащего в своем составе также уран и молибден, выдвигает этот район в разряд актуальных и первостепенных [5].

Главный элемент существующей гипотезы образования черных сланцев и всеми признанной является сорбционное осаждение ванадия из водных растворов на гумусе или сапропеле не выдерживает серьезной научной критики. Известно, что в водной среде при pH 4,0-7,0 ванадий в окислительных условиях образует устойчивые супрамолекулярные соединения, которые не сорбируются, не экстрагируются, не осаждаются и могут сколь угодно долго сохранятся до полного удаления воды. Существует несколько причин, позволяющих утверждать, что ванадий и другие элементы попали в сланцы из живого существа. При рассмотрении био- и гидрохимических факторов формирования первичной металлогеничности из кремнистых илов необходимо обратить внимание на отсутствие кислорода в углеродистом веществе, которое представлено углеродом гексагональной формы в виде тонкодисперсной сыпи, округлых и уплощенных телец, рассеянных в кремнеземистой матрице сланцев (рисунок 1), не поддающихся механическому обогащению.

Комплекс физико-химических исследований позволил представить фазово-минералогический состав углистых сланцев: основная ткань породы состоит из тонкозернистого агрегата кварца, зерна которого неправильной продолговатой (сфероподобной) формы тесно соприкасаются друг с другом. Структура сланца, содержания в нем ванадия и его морфологические формы показаны на рисунке 1.

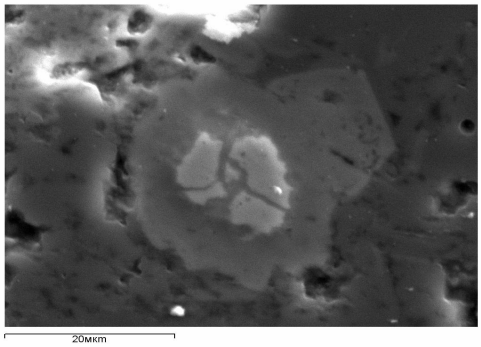


Рис. 1. Микрофотография углисто-кремнистых сланцев

Состав образца углисто-кремнеземистых сланцев представлен в таблице 1.

Все результаты в весовых %	O	Mg	Al	Si	P	K	Ti	V	Cr	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Итог
Спектр 1	42	1	14	21	-	6	0,33	6	0,6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	100
Спектр 2	36	-	-	-	12	-	-	-	-	-	4	6	4	26	5	1,51	3,05	0,68	100

Углерод в сланцах продукт разрушения углеводородов или порфиринов. Порфирины уникальные плоские соединения, состоящие из пиррольных колец, соединенных четырьмя атомами азота, которые в центре координированы металлом. Гемоглобин, хлорофилл и порфирин ванадия не только дыхательный элемент, но и играют активную роль в производстве белков, углеводов и видимо углеводородов. При развитии диагенетических процессов, когда происходит полная или частичная деструкция ванадиевых порфиринов и освобожденный ванадий фиксируется в новообразованных минеральных фазах. Эта тема нами затрагивается только для того, чтобы показать, что минералогическая эволюция первичных ванадиевых чернослацевых руд начинается с сульфидов (патронит, сульванит).

В окислительной обстановке гипергенеза черных сланцев происходит деструкция сульфидных форм ванадия. В процессе выветривания образуются вторичные минералы, ванадиевые слюды черныхита, мусковита, фенгита.

В границах указанных регионов, она четко расчленяется на ряд микропачек, отличающихся друг от друга по своему внешнему облику, химическому и минеральному составу, характеру переслаивания, интенсивности сульфидизации, степени насыщенности конкрециями и прочими признаками. Пачки характеризуются пульсационным содержанием ванадия и составляющих веществ. Результаты химических анализов по пачкам рудного тела Баласаускандык приведены в таблице 2.

Таблица 2. **Химический состав пачек рудного тела месторождения Баласаускандык**

Пачка	Обозначение	Средняя мощность по месторождению, %	Доля пачки к суммарной мощности, %	Содержание V_2O_5, %	
				Отдельно	Расчетная форма в средней пробе
Рудная нижняя	Рн	0,446	5,10	1,48	0,075
Рудная сланцевая	Рс	0,598	6,80	0,79	0,050
Рудная подфосфоритовая	Рпф	0,505	5,80	0,70	0,040
Сланцы фосфоритовые	Сф	0,200	2,30	0,45	0,010
Рудная фосфоритовая	РФ	0,618	7,10	3,10	0,220
Рудная поддоломитовая	Рпд	0,915	10,5	0,90	0,094
Доломит	Д	0,406	4,60	0,70	0,030
Сланцы поддоломитовые	Сд	0,582	6,60	1,10	0,070
Рудная наддоломитовая	Рд	1,576	18,0	0,72	0,130
Рудная межглинистая	Рг	1,240	14,2	0,70	0,099
Рудная верхняя	Рв	1,651	18,9	2,30	0,434
Итого		-	99,9	-	1,25

Отложение ванадийсодержащих пород началось задолго до образования рудного горизонта, поскольку кремнеземистые сланцы, почвы содержат десятые и сотые доли процента ванадия. Накопление промышленных концентраций ванадия началось только с момента отложения нижних прослоев рудного горизонта. При его детальном изучении по огромному количеству поверхностных и глубоких горных выработок выявлена целая серия закономерностей распределения материала внутри рудного горизонта, свидетельствующая, о том, что основной пульсационный процесс накопления ванадия, выражающийся в ритмичном отложении тонких прослоев кремнеземистых сланцев и прослоев, сетчатых кварцево-углеродистых сланцев, неоднократно нарушался. В результате изменения физико-химических условий формировались прослои углерод-глинистых сланцев, доломита, кремнеземисто-глинисто-углеродистых сланцев [65]. Кремнеземистая химическая обстановка бассейна накопления носила специфический характер, отличительной чертой которого была периодическая повторяемость изменения условий осаждения (рисунок 2).

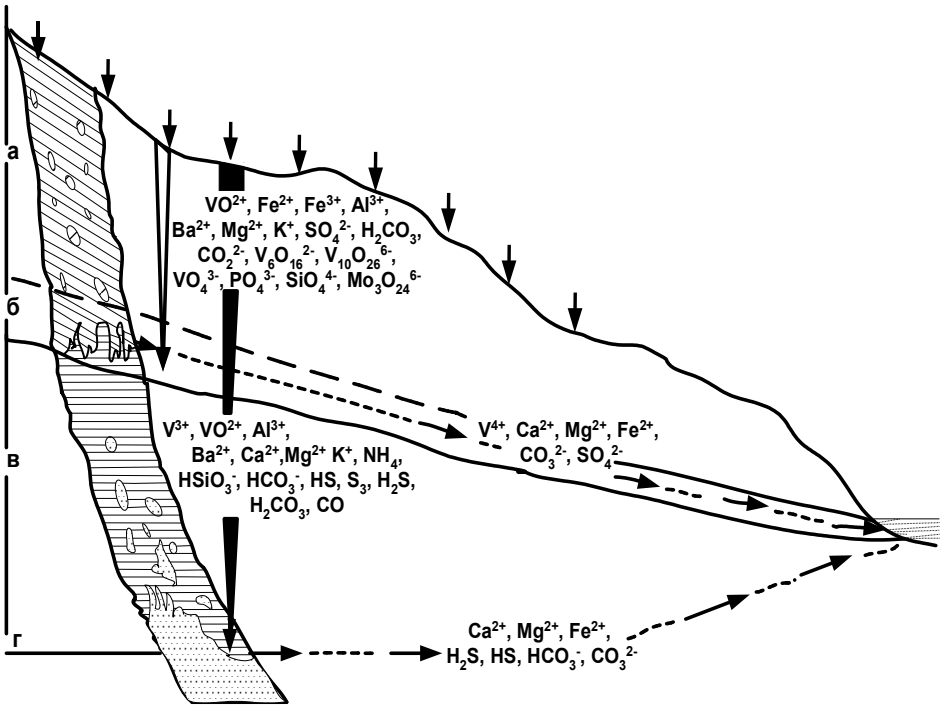


Рис.2. Распределение элементов по рудному телу месторождения Баласаускандык

Морфологическая характеристика рудного поля Баласаускандыка имеет первый основной тип руд – кварцево-роскоэлитовый (окисленные), который свойствен только верхней части месторождения. Глубина распространения этого типа достигает максимум 25-30 м, обычно же она варьирует в пределах от 10,0 – 15 м. Второй тип – черные кварцево-углеродистые сетчатые руды (первичные) – распространен ниже (по вертикали) окисленных руд.

Точную границу между этими двумя типами определить практически невозможно, и, естественно, более конкретное ее положение устанавливается лишь на глубоких горных выработках; на всех же промежуточных выработках граница зоны распространения окисленных руд принята средней по данным глубоких горных выработок, пройденных на том или ином разведочном участке. Ниже современного уровня грунтовых вод руды несут незначительное сульфидное оруденение, главным образом пирита и марказита.

Нижнекембрийская углеродисто-кремнистая ванадиеносная формация в пределах указанных границ неоднократно описывалась в геологической литературе. Как показали региональные исследования, во всех районах она представлена двумя пачками, отличающимися по составу и внутреннему строению: нижней, сложенной высококремнистыми, углеродисто-серицит-кремнистыми сланцами, фтанитами, кварцитами [SiO_2 92-98%] и верхней – чернослацевой, представляющей собой ритмиты в чередовании – фтаниты – углеродисто-глинисто-кремнистые пелитолитовые ванадиеносные сланцы. Эта закономерность переслаивания нарушается наличием в ванадиеносной пачке (или в верхней ванадиеносной пачке) прослоев и линз углеродисто-кремнисто-глинистых сланцев, алевролитов, доломитов и доломитовых известняков. Обе пачки имеют сложную складчатую структуру с обилием тектонических срывов, залеченных метаморфическими кварцевыми жилками различной мощности и протяженности.

По минеральному составу и химизму, структурно-текстурным особенностям породы ванадиеносной пачки были подразделены на 4 группы:

1. Сланцы, характеризующиеся наличием значительного до преимущественного содержания глинистых минералов, а также углеродистые вещества;

2. Сланцы, отличающиеся от пород первой группы наличием кластогенного материала и характеризующиеся бластоалевропелитовой, бластопалеоалевритовой структурами. В них также устанавливается содержание ванадия, но в несколько пониженном количестве, чем в вышеуказанной группе рудных сланцев;

3. Существенно кремнистые породы, представленные фтанитами и углеродисто-кремнистыми разностями сланцев. Наибольшим развитием пользуются фтаниты, составляющие 40-45% объема пачки;

4. Доломиты и доломитовые известняки, приуроченные к срединной, реже к верхней части разреза ванадиеносной пачки формации образуют маркирующие прослои в Баласаускандыкском рудном поле.

В границах указанного месторождения, где ванадиеносная пачка наиболее полно изучена и разведана, она четко расчленяется на ряд микропачек, отличающихся друг от друга по своему внешнему облику, химическому, и минеральному составу, характеру переслаивания, интенсивности сульфидизации, степени насыщенности конкрециями и прочими признаками.

Отложение ванадийсодержащих пород, в широком смысле слова, началось задолго до отложения рудного горизонта, поскольку кремнистые сланцы, почвы содержат десятые и сотые доли процента ванадия, накопление промышленных концентраций ванадия началось только с момента отложения нижних прослоев рудного горизонта. При детальном изучении рудного горизонта по огромному количеству поверхностных и глубоких горных выработок, выявлена целая серия закономерностей распределения материала внутри рудного горизонта, говорящая, что основной пульсационный процесс отложения ванадия, выражающийся в ритмичном отложении тонких прослоев кремнистых сланцев и прослоев сетчатых кварцево-углистых сланцев, неоднократно нарушался. В результате изменения физико-химических условий остались прослой углисто-глинистых сланцев, доломита, кремнисто-глинисто-углистых сланцев, доломита, кремнисто-химическая обстановка бассейна накопления носила специфический характер, отличительной особенностью которого явилась периодическая повторяемость изменения условия осаждения.

Сложность изучения минералогических составляющих заключается в том, что по своим геохимическим условиям образования данное месторождение не имеет аналогов в мировой литературе, а, следовательно, и окончательное решение о составе того или иного минерала

возможно лишь после полного химического анализа. Кроме того, весьма неблагоприятным обстоятельством для определения минералов является чрезвычайно широкое распространение ванадия и фосфора, качественное определение которых недостаточно для решения, входят ли они в минерал как основные составные компоненты или это только твердые растворы. Кроме того, для определения обширной группы минералов решающее значение имеют современные методы с глубоким проникновением в минералы на микро- и наноуровнях.

Массовые анализы проб на пятиокись ванадия по месторождению, проведенные различными лабораториями и различными способами, спектроскопические, радиометрические, радиохимические, технологические и другие исследования, произведенные над рудами Каратау, позволяют сделать основные выводы в отношении химического состава рудного тела.

Сложность изучения минералогических составляющих сланцев месторождения Баласаускандык заключается в том, что по геохимическим условиям образования данное месторождение не имеет аналогов в мире, а следовательно, окончательное решение о составе того или иного минерала возможно только после полного химического анализа. Кроме того, весьма неблагоприятным обстоятельством для определения минералов является чрезвычайно широкое распространение ванадия и фосфора, качественное определение которых недостаточно для решения, входят ли они в минерал как основные составные компоненты или это только твердые растворы. Наряду с этим для определения обширной группы минералов решающее значение имеют современные методы с глубоким проникновением в минералы на микро- и наноуровнях.

Таким образом, анализ геологических исследований площадей Большого Каратау и сопредельных районов с выходами углерод-кремнеземистой ванадиеносной формации, показал, что важнейшим из них является всестороннее изучение химизма ванадиевой минерализации как основного вопроса с точки зрения промышленной ценности и освоения данного региона.

ЛИТЕРАТУРА

1 Карпенко В.Ю. Ванадиевая минерализация, связанная с углеродисто-кремнистыми сланцами Южной Ферганы: автореф. дис. … канд. геол-мин. наук. – М., 2010. – 15 с.

2 Справочник металлурга по цветным металлам. Производство глинозема / под ред. Ю.В. Баймакова, Я.Е. Конторовича. – М.: Металлургия, 1970. – 319 с.

3 Бекенова Г.К., Глаголев В.А. Минералогичо-геохимическая история ванадия в углеродисто-кремнистых породах Большого Каратау // Известия НАН РК, серия геологическая. - 2006. №5. – С.54-64

4 Анкинович С.Г. Нижний палеозой ванадиеносного бассейна Северного Тянь-Шаня и западной окраины Центрального Казахстана.– Алма-Ата, 1961. – Ч.1. – С. 15-26.

5 Анкинович Е.А., Анкинович С.Г. Вещественный состав ванадиеносного горизонта в Каратау // Геология. – Алма-Ата, 1959. –№18. – С. 49-64.

REFERENCES

1 Karpenko V.Ju. Vanadievaja mineralizacija, svjazannaja s uglerodisto-kremnistymi slancami Juzhnoj Fergany: avtoref. dis. … kand. geol-min. nauk. – M., 2010. – 15 s.

2 Spravochnik metallurga po cvetnym metallam. Proizvodstvo glinozema / pod red. Ju.V. Bajmakova, Ja.E. Kontorovicha. – M.: Metallurgija, 1970. – 319 s.

3 Bekenova G.K., Glagolev V.A. Mineralogicho-geohimicheskaja istorija vanadija v uglerodisto-kremnistyh porodah Bol'shogo Karatau // Izvestija NAN RK, serija geologicheskaja. - 2006. №5. – S.54-64

4 Ankinovich S.G. Nizhnij paleozoj vanadienosnogo bassejna Severnogo Tjan'-Shanja i zapadnoj okrainy Central'nogo Kazahstana.– Alma-Ata, 1961. – Ch.1. – S. 15-26.

5 Ankinovich E.A., Ankinovich S.G. Veshhestvennyj sostav vanadienosnogo gorizonta v Karatau // Geologija. – Alma-Ata, 1959. –№18. – S. 49-64.

Баудагулова Г.Б., Козлов В.А, Жунусов А.А., Аймбетова И.О., Курбаниязов С.К., Айменова Ж.Л.

Баласаусқандық кенорнының ванадийлі қара сланецтерінің геологиялық-минералогиялық сипаттамасы

Түйіндеме. Мақалада Солтүстік-Батыс Қаратауында орналасқан Баласаусқандық кенорнының ванадийлі қара сланецтерінің сипаттамасы келтірілген. Осы кенорнының ашылуының қысқаша тарихи анықтамасы берілген, кенорнының кендік деңгейжиегі, кен жыныстары, деңгейжиектердегі кремнезем сланецтерінің кесінділері сипаттамасы көрсетілген. Қара сланецтер туралы әдебиеттік шолу, физикалық-химиялық зерттеулердің нәтижесінде ванадийлік минералдануының жан-жақты зерттелуі осы аумақтың өндірістік құндылығын көтеруінің маңызды басымдылығы бар екенін байқатады.

Түйін сөздер: Қаратау, қара сланецтер, минералогия, химизм, ванадий.

Baudagulova G.B., Kozlov V.A., Zhunusov A.A., Aymbetova I.O., Kurbaniyazov S.K.. Aimenova Zh.L.

Geologo-mineralogical characteristics of vanadium black shale deposits Balasauskandyk

Abstract. The article presents the geological and mineralogical structure of vanadium black shale ore field Northwestern Karatau deposit Balasauskandyk. Presented a brief historical background of the opening of the deposit, characteristic of a typical section of the upper horizon of siliceous shale ore horizon and rock deposits. It is shown that as a result of literary and physico-chemical studies of black shales top priority is a comprehensive study of the chemistry of vanadium mineralization as a major issue in terms of value and industrial development of the region.

Key words: Karatau, black shales, mineralogy, chemistry, vanadium.

УДК 66.0:54.056

Айменова Ж.Л. [1,2], Козлов В.А[1], Капралова В.И..[1], Аймбетова И.О.[3,4], Баудагулова Г.Б.[1,2]

([1]Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

[2]РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья», Казахстан, г. Алматы

[3]Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэзова, Казахстан, г. Шымкент

[4]Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави, Казахстан, г. Туркестан

science@iktu.kz)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРЯМОГО АТМОСФЕРНОГО И АВТОКЛАВНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУРУМСАК

Аннотация. Приведены вещественно-минералогический состав ванадийсодержащих черных сланцев месторождения Курумсак. Показано, что в результате физико-химического исследования черных сланцев, руда характеризуется глинистым, углеродистым веществом в смеси с тонкозернистым кремнистым, существенно кварцевым материалом, количественные соотношения между которыми изменчивы и практически не поддаются простому механическому разделению из-за большого количества микродисперсий, образованных шламом и ОВ. Выявлены и установлены оптимальные условия режима фильтрации на стадии атмосферного и автоклавного выщелачивания чернosланцевой руды м. Курумсак.

Ключевые слова: Курумсак, черные сланцы, выщелачивание, автоклав, сульфатизация, ванадий.

Одним из важнейших приоритетов комплексной переработки минерального сырья является создание универсальных, экологически безопасных и эффективных, энергосберегающих способов извлечения ценных компонентов. В РГП НЦКПМС РК проводятся исследования и разработка технологии переработки чернosланцевых руд месторождения Курумсак, являющееся одним из основных частей бассейнов Северо-Западного Каратау (Баласаускандык, Курумсак и Джебаглы), прогнозные запасы которых практически неограниченны и составляют сотни миллионов тонн [1-3]. Разработка технологии переработки черных сланцев Каратау с получением ценных редких и редкоземельных металлов, позволит Казахстану стать крупнейшим производителем широко востребованной продукции.

Наиболее химически активной и реакционно-способной частью руд являются слоистые алюмосиликаты. Последовательное, оптимально скомбинированное использование новых технических приемов разделения руды на песковую и шламовую части позволяет системное послойное разделение алюмосиликатов и, тем самым, концентрирование в шламовой части значительного количества базовых металлов: цветные, редкие, редкоземельные и радиоактивные, и в песковой фракции оставшуюся часть элементов. Изменение структуры и технологических свойств минерального сырья в результате химических и физических процессов, например, в предлагаемой нами технологической схеме способа низкотемпературной сульфатизации, создает условия для дальнейшего выщелачивания и извлечения базовых металлов.

Вещественно-минеральный состав большинства полиметаллических руд представлен поликристаллической, одно – многофазной структурой [4-8]. При переработке технологические свойства (обогатимость, степень вскрытия, растворимость минералов и др.) в значительной степени зависят от размеров кристаллитов (зерен) и состояния их границ (тонкой структуры, дисперсности, распыленности, спайности, наличия трещин, дефектов, и т.д.) [9-11]. Внутренние поверхности раздела, в том числе границы зерен оказывают решающее влияние на процессы рудоподготовки и гидропередела – дезинтеграцию, гравитацию, флотацию, выщелачивание. И становится очевидным,

что при изучении и разработке технологических схем необходимо учитывать как энергетические, так и геометрические параметры, особенности и специфические различия минералов (изоморфизм, генезис, энергия кристаллической решетки, характер раскрытия ненасыщенных химических связей, распространение некомпенсированных зарядов на поверхности зерен и т.д.).

Чернослацевая руда м. Курумсак - сложный многокомпонентный минеральный геоматериал, включающий криптозернистый кварц, органическое вещество (ОВ), в значительном количестве алюмосиликаты с чередующимися слоями, халцедон, гидрослюда и цветные, редкие и редкоземельные металлы, которые тонкодисперсно распределены в основной породе. Основные составляющие алюмосиликатной части - это щелочные и водные алюмосиликаты (в зависимости от того, как сочетаются между собой кремнекислородные тетраэдры силикаты различают по структурному или кристаллохимическому принципу: островные (оливин), цепочечные (силикаты кальция, магния, железа), ленточные (роговая обманка), листовые (серпентин, каолинит, слюды, гидрослюды), каркасные (полевые шпаты). По данным химических анализов содержание общего кремнезема в кремнистой пачке Курумсакского рудного поля варьирует в границах 92-96%, а по слоям микрокварцитов и фтанитов оно редко опускается ниже 95-96%. Доля химически связанного кремнезема в слоистом алюмосиликате составляет 9,8%, и представлен структурой в виде двухслойного пакета из кремний - кислородных тетраэдров и октаэдрического слоя, образованного совместимыми металлами (алюминием и железом).

Главная роль в составе этих сланцев принадлежит глинистому, углеродистому веществу в смеси с тонкозернистым кремнистым, существенно кварцевым материалом, количественные соотношения между которыми изменчивы и практически не поддаются простому механическому разделению из-за большого количества микродисперсий, образованных шламом и ОВ.

Слоистые алюмосиликаты количественно составляют наиболее химически активную и реакционно-способную часть руды. И только путем последовательного, послойного разделения алюмосиликатов можно сконцентрировать в шламовой части значительного количества базовых металлов, а в песковой фракции оставшуюся часть элементов.

По технологической схеме разработанной нами комплексной переработки чернослацевых руд м. Курумсак, после разделения шламовой части от песковой (каркасного кремнезема) проводят процесс прямого атмосферного и автоклавного выщелачивания глинистой фракции, что позволяет выделить алюминий, редкие и редкоземельные металлы.

Изменение структуры и технологических свойств минерального сырья в результате химических и физических процессов, например, в применяемом в данной схеме способе низкотемпературной сульфатизации, создает условия для дальнейшего выщелачивания и извлечения алюминия и базового металла - ванадия.

Низкотемпературная сульфатизация – это сложный гетерогенный физико-химический процесс, химизм и механизм которого носят изменчивый характер и зависят от условий ведения процесса, индивидуальных свойств и состава минералов в породе. Если ход конгруэнтного растворения минералов алюминия серной кислотой относительно ясен, то механизм взаимодействия кислых растворов с силикатами и алюмосиликатами является дискуссионным. Расшифровка дериватограмм представленных образцов подтвердила наличие в пробах слоистых силикатов: каолинита, и мусковита.

Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа кристаллических фаз образца приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Минеральный состав чернослацевой руды м. Курумсак по результатам рентгенофазового анализа**

Минерал	Формула	Содержание,%
Мусковит	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	15,0
Каолинит	$Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$	25,4
Кварц	SiO_2	59,6

Результаты диагностики минералов, сделанные по дифференциальным кривым и расчеты количественного состава пород, полученные на основе термогравиметрических измерений, приведены в таблице 2, где использованы следующие условные обозначения: ППП – потери при прокаливании (в интервале 20 - 1000^o С).

Таблица 2. **Минеральный и вещественный состав шламовой и песковой фракций руды Курумсак по результатам термического анализа**

Фракция	Минеральный и вещественный состав пород, □%					Соединения, вынесенные из минералов в процессе их термического разложения, % массы		
	Мусковит	Мусковит дегидрат	Каолинит	Каолинит дегидрат	Кварц	H_2O	ОН	ППП, 1000° С, %
Шламовый продукт	30, 0	~12	10,5	~15	-	0,7	7,6	8,3
Песковая часть	10, 8	~15	10,1	~15	~40	0.5	4.05	4.55

Низкотемпературной сульфатизации подвергалась шламовая часть руды (после разделения на центробежном инерционном классификаторе) следующего состава: V_2O_5 -1,3%, Al_2O_3 -9,0% и ОВ – 22,1%. Таким образом, наиболее реагентопоглощающими кислотоемкими являются слоистые алюмосиликаты, что и определяют кинетические факторы процесса выщелачивания. Характерной особенностью процесса низкотемпературной сульфатизации является высокая энергия активации. Поэтому наиболее эффективным параметром, влияющим на скорость сульфатизации, является температура. Результаты исследований кислотной обработки глинистой фракции руды с последующим выщелачиванием показали, что при оптимальной температуре 180 ºС, времени проведения процесса 2 часа и расхода серной кислоты 75 г, кинетика выщелачивания алюминия, ванадия ускоряется и степень извлечения достигает 85,0 и 98 % соответственно для металлов. В таблице 3 приведены результаты исследований кислотной обработки глинистой фракции руды с последующим выщелачиванием.

Таблица 3. **Результаты отработки кислотного режима прямого атмосферного выщелачивания шламовой части руды м. Курумсак (Al_2O_3 –6%, V_2O_5–1,13%, Fe_2O_3–2,0;)**

Сульфатизация			Растворы выщелачивания				Извлечение, %			
Расход H_2SO_4,	Т	τ	Al_2O_3	V_2O_5	Fe_2O_3	H_2SO_4	по раствору		по кеку	
							Al_2O_3	V_2O_5	Al_2O_3	V_2O_5
г	°С	мин	г/л	г/л	г/л	г/л	%	%	%	%
75	180	180	15	3,28	5,8	167,2	85	98	84,0	96,0
45	180	120	12,4	2,12	4,0	135,2	67,2	61	67,2	60,9
45	350	120	11,2	2,0	4,2	137,3	39,2	38,2	39,0	37,7
65	180	120	13,5	3,03	5,2	156,5	69,7	83,6	69,7	83,1

Таким образом, получены и отработаны оптимальные параметры процесса атмосферного кислотного выщелачивания шламовой части, отделенного от каркасного кремнезема. Показано, что при оптимальной температуре кислотной обработки 180 ºС, времени проведения процесса 2 часа и среднего расхода серной кислоты 70-75 г , ускоряется кинетика выщелачивания степень извлечения алюминия достигает 85,0%, и базового металла ванадия - V_2O_5 - 98%.

Эффективность способа выщелачивания ценных компонентов из шлама рудной массы чёрносланцев может быть, достигнут при вполне определённых численных значениях технологических показателей процесса, например крупности измельченного материала. Были отработаны режимы фильтрации от различной крупности руды 0,3 0,2 и 0,1мм. При крупности материала 0,3 мм замедляется кинетика процесса выщелачивания трудновскрываемых минералов и показатели фильтрования. При снижении крупности измельчения твёрдой фазы до 0.1 мм и менее образуется до 90% тонкодисперсных гидратированных частиц класса - 0.074 мм, которые также фильтруются с очень низкими показателями. Из опытных данных следует, что оптимальным рекомендуемым показателем крупности измельчения исходного сырья является – 0,2 мм.

Отработку режимов фильтрации пульп на стадии атмосферного и автоклавного выщелачивания руды проводили на лабораторных установках под вакуумом, которые моделируют работу промышленных фильтров, а погружные воронки – дисковых вакуум-фильтров. При фильтровании

исходной пульпы после атмосферного выщелачивания шламовой части слой остатка толщиной 3 мм. Скорость фильтрации была медленной, а производительность составила ~ 1,78 т/м^2·с., что свидетельствует об очень низкой фильтрации. С целью улучшения процесса фильтрации слабокислая пульпа сгущается в присутствии флокулянта до d=1,28-1,40г/см^3 и подается на фильтрацию. В связи с этим в пульпу добавляют флокулянты - Praestol 2500, которые изменяют структуру осадка, в результате увеличивается производительность. В следующих опытах было добавлено два типа флокулянтов, в результате чего производительность возрастала до 4,8-5,6 т/м^2·с. и существенно возрасли показатели фильтрования. Еще одним техническим приемом улучшения фильтрации является, сгущение исходной пульпы перед фильтрованием. Сгущение также проводят с добавками флокулянта. Исходную пульпу с плотностью 1650 кг/м^3 сгущали до определенной плотности – 1440-1446 кг/м^3 и фильтровали, удельная производительность – 9,23-15,3 т/м^2·с.

На основании проделанной работы установлены оптимальные условия режима фильтрации на стадии атмосферного и автоклавного выщелачивания черносланцевой руды м. Курумсак: плотность исходной пульпы 1650 кг/м^3 сгущают до плотности – 1450 кг/м^3 и удельная производительность – 9,23-15,3 т/м^2·с. Рекомендуется следующий режим работы: крупность материала -0,2 мм; отношение Т : Ж = 1 : 0,7 ÷ 0,9; температура – 140-150 ºС; парциальное давление кислорода – 3 атм; продолжительность – 2-3 часа; расход серной кислоты – 85-105 кг/т руды; соотношение $H_2SO_{4\ своб}$: $H_2SO_{4\ связ}$ = 1 : 1,5; ОВП – не более 450 мВ.

ЛИТЕРАТУРА

1 Анкинович С.Г., Анкинович Е.А. Условия накопления и формирования рудоносных сланцев нижнего палеозоя в южном Казахстане // Геохимия осадочных пород и руд. – М.: Наука, 1968. – С. 356-375.

2 Анкинович Е.А., Анкинович С.Г., Зазубина И.С., Дьяк В.Н. Особенности распределения элементов в углеродисто-кремнистой ванадиеносной формации Северо-Западного Каратау // Вопросы металлогении, структурных особенностей и вещественного состава месторождений Казахстана: сб.науч.тр.- Алма-Ата, 1985. -С.27-45.

3 Борисенко Л.Ф., Слотвинский-Сидак Н.П. Минерально-сырьевые ресурсы ванадия и способы получения его соединений. – М., 1991. – С. 63.

4 Баранов В.Ф. Обзор мировых достижений в проектах рудоподготовки новейших зарубежных фабрик. //Обогащение руд. – 2008. № 1. С. 8-12.

5 Третьяков Ю.Д. Процессы самоорганизации в химии материалов. //Успехи химии. -2003.-Т.72, №8. -С. 731-763.

6 Клец А.Н., Мартьянов Ю.А., Мартьянова Н.И., Т.М.Рудковская Т.М. Исследование влияния флотореагента класса оксиаминов на состав флотационных пульп. //Промышленность Казахстана. – 2008 г. № 4. С.58-59.

7 Козлов В.А., Терликбаева А.Ж., Батракова Л.Х., Нуржанова С.Б. Углистые уран-ванадиевые сланцы Каратау и их переработка // Промышленность Казахстана. – 2005. – №2. – С. 73-75.

8 Холодов В.Н. Ванадий, его геохимия, минералогия и генетические типы месторождений в осадочных породах. – М.: Наука, 1968. – 245 с.

9 Гольдберг И.С., Каплан З.Г., Пономарев В.С. Закономерности накопления ванадия в нефтях и природных битумах //Сов. Геология.- 1986. № 6. - С.100-110.

10 Вышемирский В.С., Конторович А.Э. Циклический характер нефтенакопления в истории Земли. // Геология и геофизика. 1997. № 5. -С. 907-918.

11 Бекенова Г.К., Глаголев В.А. Минералогично-геохимическая история ванадия в углеродисто-кремнистых породах Большого Каратау // Известия НАН РК, серия геологическая. - 2006. №5. – С.54-64

REFERENCES

1 Ankinovich S.G., Ankinovich E.A. Uslovija nakoplenija i formirovanija rudonosnyh slancev nizhnego paleozoja v juzhnom Kazahstane // Geohimija osadochnyh porod i rud. – M.: Nauka, 1968. – P. 356-375.

2 Ankinovich E.A., Ankinovich S.G., Zazubina I.S., D'jak V.N. Osobennosti raspredelenija jelementov v uglerodisto-kremnistoj vanadienosnoj formacii Severo-Zapadnogo Karatau // Voprosy metallogenii, strukturnyh osobennostej i veshhestvennogo sostava mestorozhdenij Kazahstana: sb.nauch.tr.- Alma-Ata, 1985. -P.27-45.

3 Borisenko L.F., Slotvinskij-Sidak N.P. Mineral'no-syr'evye resursy vanadija i sposoby poluchenija ego soedinenij. – M., 1991. – P. 63.

4 Baranov V.F. Obzor mirovyh dostizhenij v proektah rudopodgotovki novejshih zarubezhnyh fabrik. //Obogashhenie rud. – 2008. № 1. P. 8-12.

5 Tret'jakov Ju.D. Processy samoorganizacii v himii materialov. //Uspehi himii. -2003.-T.72, №8. -P. 731-763.

6 Klec A.N., Mart'janov Ju.A., Mart'janova N.I., T.M.Rudkovskaja T.M. Issledovanie vlijanija flotoreagenta klassa oksiaminov na sostav flotacionnyh pul'p. //Promyshlennost' Kazahstana. – 2008 g. № 4. P.58-59.

7 Kozlov V.A., Terlikbaeva A.Zh., Batrakova L.H., Nurzhanova S.B. Uglistye uran-vanadievye slancy Karatau i ih pererabotka // Promyshlennost' Kazahstana. – 2005. – №2. – P. 73-75.

8 Holodov V.N. Vanadij, ego geohimija, mineralogija i geneticheskie tipy mestorozhdenij v osadochnyh porodah. – M.: Nauka, 1968. – 245 p.

9 Gol'dberg I.S., Kaplan Z.G., Ponomarev V.S. Zakonomernosti nakoplenija vanadija v neftjah i prirodnyh bitumah //Sov. Geologija.- 1986. № 6. - S.100-110.

10 Vyshemirskij V.S., Kontorovich A.Je. Ciklicheskij harakter neftenakoplenija v istorii Zemli. // Geologija i geofizika. 1997. № 5. -P. 907-918.

11 Bekenova G.K., Glagolev V.A. Mineralogicho-geohimicheskaja istorija vanadija v uglerodisto-kremnistyh porodah Bol'shogo Karatau // Izvestija NAN RK, serija geologicheskaja. - 2006. №5. – P.54-64

Айменова Ж.Л., Козлов В.А, Капралова В.И., Аймбетова И.О., Баудагулова Г.Б.

Құрымсақ кенорнының кендерін тікелей атмосфералық және автоклавтық шаймалау үрдістерінің параметрлерін зерттеу

Түйіндеме. Мақалада Құрымсақ кенорнының қара сланецтерінің тікелей атмосфералық және автоклавтық шаймалау үрдістерінің параметрлерін анықтайтын зерттеу жұмыстары келтірілген. Қара сланецтерге физикалық-химиялық зерттеулер жүргізу нәтижесінде, кендік материал сазды, майда кварц араласқан көміртекті заттектермен сипатталып, олардың арасындағы сандық қатынастары өзгеріп отырғандықтан, жай механикалық бөлшектенуге шламдар мен органикалық заттардың болуынан микродисперсиялар мүмкіндік бермейді. Құрымсақ кенорнының қара сланецті кендерін тікелей атмосфералық және автоклавтық шаймалау әдістері зерттелініп, сүзгілеу үрдісінің режимдік шарттары анықталынды.

Түйін сөздер: Құрымсақ, қара сланецтер, шаймалау, автоклав, сульфаттау, ванадий.

Aimenova Zh.L., Kozlov V.A., Kapralova V.I., Aymbetova I.O., Baudagulova G.B.

Development of process parameters direct atmospheric and pressure leaching deposit ore Kurumsak

Abstract. The article presents a real-mineralogical composition of vanadium black shale deposits Kurumsak. It is shown that as a result of physical-chemical study of black shale ore is characterized by clay, carbonaceous matter in a mixture with fine-grained siliceous, essentially quartz material, quantitative relationships between them are volatile and are almost impossible to simple mechanical separation of the large number of micro-dispersions formed sludge and OB. Identified and established the optimal conditions filtering mode in the atmospheric and pressure leaching black shale ore m. Kurumsak.

Key words: Kurumsak, black shales, leaching, autoclave, sulfation, vanadium

УДК 550.832

Р.Г. Темирханова
(Казахский национальный технический университет им.К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, traushan@mail.ru)

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ИНДУКЦИОННОГО КАРОТАЖА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА МЕТОДОМ ПСВ

Аннотация. В целом ряде случаев именно геофизические методы исследований дают сведения, необходимые для подсчета запасов месторождений – данные о мощности залежей и содержании полезного компонента в них и т.д. В статье рассматриваются возможности индукционного каротажа для правильного определения геотехнологических параметров при отработке месторождений урана пластово-инфильтрационного типа.

Ключевые слова: каротаж, геофизические методы исследований, месторождения урана, подсчет запасов, геотехнологические параметры.

Месторождения урана относятся к тому (сложному для геофизического изучения) типу месторождений, которые требуют для перевода на геофизический язык геологических признаков оруденения, специальных исследований, поскольку каждый из методов отражает лишь отдельные (чисто физические) стороны геологического строения месторождений. [1]

Как известно, подземное скважинное выщелачивание (ПСВ) – это сложный физико-химический процесс, протекающий в геологической среде. Динамика этого процесса, его особенности определяются фациально-литологическими свойствами рудовмещающих горизонтов, руд и всего разреза в целом. Поскольку большинство скважин проходится без отбора керна,

геофизические исследования скважин (ГИС) являются основным, а зачастую и единственным методом получения наиболее полной информации об особенностях геологического разреза и характеристики уранового оруденения по каждой скважине [2].

Геофизические методы исследований в скважинах выполняются с целью решения следующих задач:

- выявление рудных интервалов и параметров уранового оруденения (мощность, средние содержания, стволовые запасы);
- детальное расчленение пород по геологическому разрезу;
- контроль за техническим состоянием скважин (целостность обсадных и эксплуатационных колонн, качество цементирования и гидроизоляции);
- контроль за степенью закисленности пород и определение границ растекания технологических растворов;
- определение фильтрационных свойств пород и контроль за их изменением в процессе отработки рудного пласта;
- контроль разработки рудных залежей и оценка полноты извлечения урана из недр;
- оценка ущерба, наносимого недрам при отработке месторождений.

Стандартный электрический каротаж КС, ПС и индукционный каротаж (ИК) проводятся во всех скважинах для детального расчленения геологического разреза, определения верхней и нижней границ продуктивного пласта, выделения литологических разностей, определения места установки фильтра, а также оценки степени закисленности пластов и границ растекания кислых растворов.

Индукционный каротаж может выполняться также в скважинах, обсаженных полиэтиленовыми трубами в период закисления и отработки опытного участка. В наблюдательных скважинах ИК проводится для наблюдения и контроля за условиями растекания продуктивных растворов в пределах эксплуатационных блоков, для контроля за гидродинамическим состоянием продуктивного горизонта, растеканием технологических растворов за пределы эксплуатационных участков и их возможным перетеканием в выше или нижележащие горизонты.

Как известно, после окончания бурения технологических скважин и получения материалов по данным ГИС начинается следующий этап подготовки опытно-промышленного блока. На этом этапе возможна частичная корректировка схемы вскрытия на основе полученных геолого-геофизических данных, корректировка режимов выщелачивающих растворов и т.д.

Для правильного ведения процесса подземного выщелачивания, соблюдения технологического режима, анализа работы полигонов, планирования добычи урана и расхода реагентов необходимо выполнять расчеты следующих геотехнологических параметров: степени извлечения урана, общего и удельного расхода реагента, отношения Ж:Т, среднего содержания урана в продуктивных растворах (ПР), себестоимости 1 кг добытого урана и т.д. [4].

Отношение Ж:Т рассчитывается:

$$Ж:Т = \frac{\sum_{i=0}^{t} Q_{ВР}}{ГРМ} \quad (1)$$

где: $Q_{ВР}$ – количество поданного в блок выщелачивающего раствора (ВР) за время t, ($м^3$)

ГРМ – горнорудная масса, (т)

$$ГРМ = S * \delta * M_{эфф} \quad (2)$$

где: S – выщелачиваемая площадь блока, ($м^2$);

$M_{эфф}$ – эффективная мощность рудовмещающего водоносного горизонта, м;

δ - объемная масса рудовмещающих пород и руд ($т/м^3$)

Основная трудность расчета ГРМ возникает при определении $M_{эфф}$ для случаев, когда фильтры технологических скважин не соприкасаются с водоупорами. В таких случаях применяются различные методы и приемы определения эффективной мощности.

Теперь ближе рассмотрим роль индукционного каротажа при определении геотехнологических параметров таких как $M_{эфф}$, в процессе подземного выщелачивания.

Для наглядного примера мы взяли технологическую скважину № 43-3-2 месторождения Южный Инкай.

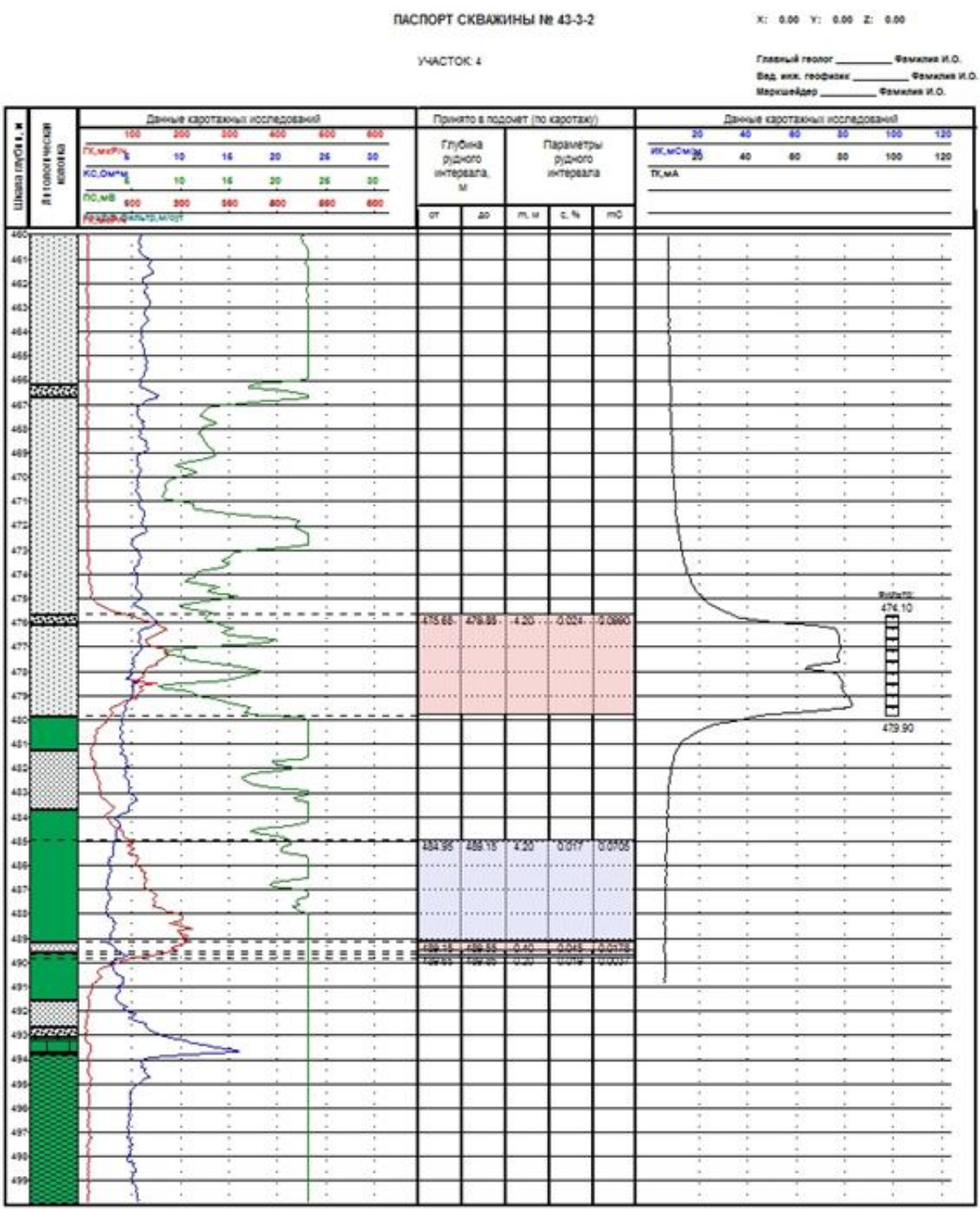


Рис. 1. Паспорт технологической скважины 43-3-2

Для верного определения $М_{эфф}$ целесообразно использовать данные индукционного каротажа по наблюдательным, контрольным и технологическим скважинам соседних блоков. Ниже приведем результаты ИК в скважине 43-3-2 до и после закисления технологического блока.

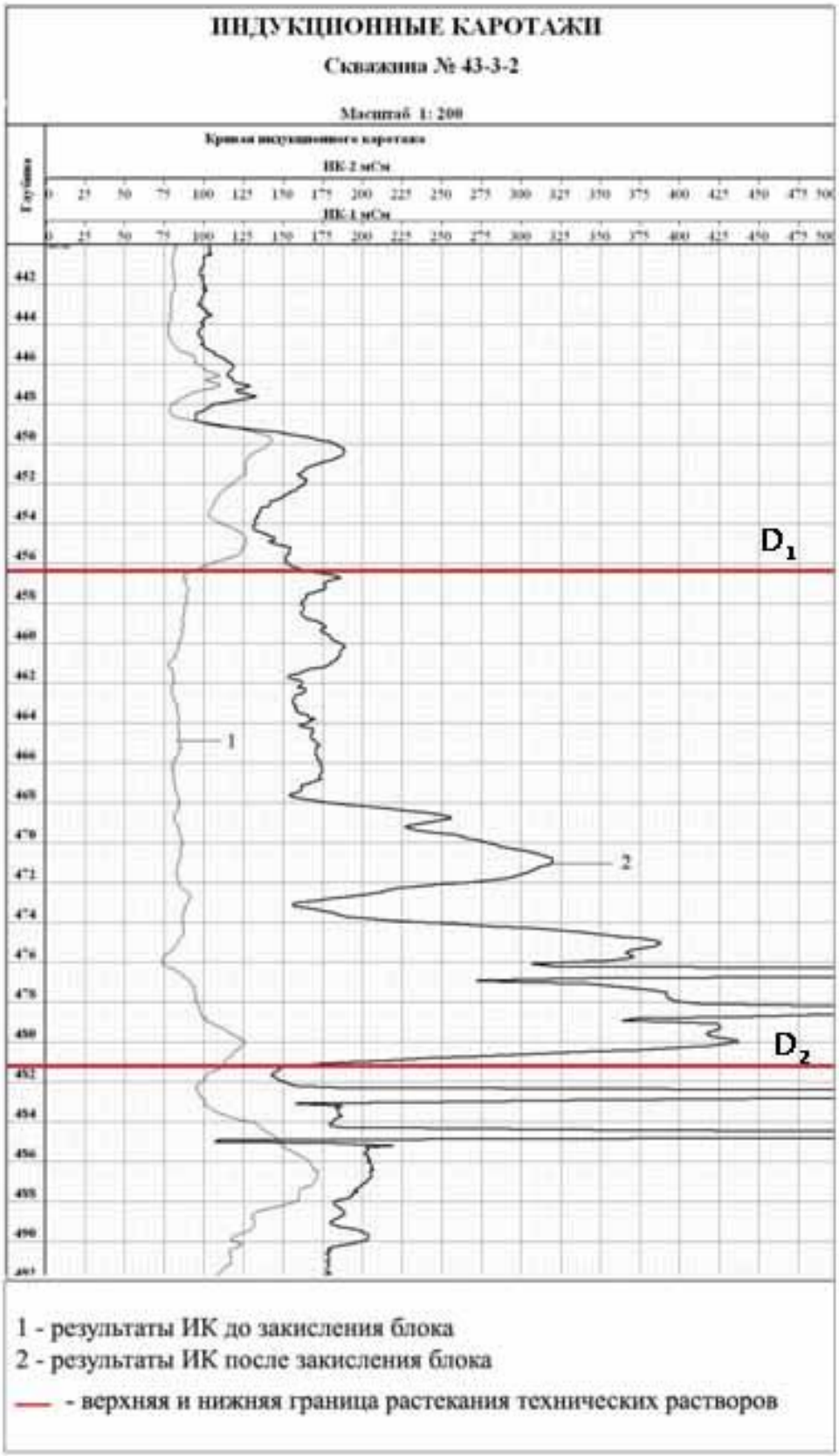


Рис. 2. Результаты индукционного каротажа до и после закисления технологического блока.

Согласно графику 2 (рис. 2), который был получен после закисления блока, мы имеем интервалы растекания технологического раствора: верхняя граница D_1 = 456,4м и нижняя граница D_2 = 481,0м.

Имея вышеприведенные данные ИК, мы можем определить $М_{эфф}$ по данной скважине:

$$М_{эфф} = D_2 - D_1 = 481,0 – 456,4 = \underline{24,6\ м}.$$

Если провести аналогичные расчеты по нескольким скважинам технологического блока, то можно определить среднюю эффективную мощность всего блока. А затем уже выбрать правильную формулу подсчета $М_{эфф}$.

Следует отметить, что в существующей практике на месторождениях урана используют разные формулы для подсчета $М_{эфф}$ не учитывающие данные индукционного каротажа. В основном используются следующие формулы:

$$М_{эфф} = 2 + L + 6, \quad (3)$$

$$М_{эфф} = 0,2*L + L + 0.6*L \quad (4)$$

где L – длина фильтра.

Если по этим формулам мы посчитаем $М_{эфф}$ вышеприведенной скважины 43-3-2, длина фильтра которой составляет 5,8м (рис.1), то мы получим следующее:

по 3 формуле: $М_{эфф} = 13,8м$,

по 4 формуле: $М_{эфф} = 10,44м$.

Полученные цифры значительно отличаются от истинной эффективной мощности данной скважины.

Известно, что $М_{эфф}$ блока важный параметр, значение которого определяет ГРМ блока, и соответственно влияет на Ж:Т. А Ж:Т в свою очередь определяет объем кислоты необходимый для отработки блока.

Ввиду того, что расход кислоты относится к основным из составляющих и влияющих на себестоимость урана, возникает важность и необходимость проведения индукционного каротажа до и после закисления блока во всех технологических скважинах блока для правильного определения $М_{эфф}$ и других геотехнологических параметров, что в свою очередь приведет к правильному ведению процесса подземного выщелачивания, соблюдению технологического режима, планированию добычи урана и расчета расхода реагентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев Л.Я., Номоконова Г.Г., «Геофизические методы исследования месторождений урана», РФ, Томск: Изд-во ТПУ, 2009

2. Методические рекомендации по комплексу геофизических методов исследования скважин при подземном выщелачивании урана. - Алматы: Казатомпром, 2003. – 76 с.

3. Сергиенко И.А. «Бурение и оборудование геотехнологических скважин» , 1984г, Москва: Недра – 225с.

4. Методические рекомендации по подземному скважинному выщелачиванию урана, Алматы, 2006г., 165с.

REFERENCES

1. Yerofeyev L.Y., Nomokonova G.G., "Geophysical methods of investigation of uranium deposits", Russian Federation, Tomsk: Publishing house TPU, 2009

2. Guidelines on the complex of geophysical methods for wells in underground leaching of uranium. - Almaty Kazatomprom, 2003. - 76 p.

3. Sergienko I.A. "Drilling of geotechnical boreholes and equipment", 1984, Moscow: Nedra – 225p.

4. Guidelines for the in-situ leaching of uranium, Almaty, 2006., 165p.

Темірханова Р.Ғ.

Уран кенорындарын жер асты сілтілеу әдісімен өндіру барысында геотехнологиялық параметрлерді анықтау үшін индукциялық каротаж мәліметтерін пайдалаудың өзектілігі

Түйіндеме. Мақалада қабатты-инфильтрациялы уран кенорындарын өндіру барысында геотехнологиялық параметрлерді дұрыс анықтау мақсатында индукциялық каротаж мүмкіндіктері қарастырылған. Индукциялық каротаж негізінде геотехнологиялық параметрлерді есептеу мысалдары келтірілген және технологиялық блокты сілтілеуге дейін және кейін индукциялық каротаж жасаудың маңыздылығы анықталған.

Түйін сөздер: каротаж, геофизикалық зерттеу әдістері, уран кен орындары, қорды бағалау, геотехнологикалық параметрлер.

Temirkhanov R.G.

The relevance of using induction logging data for determining geotechnical parameters by the mining of uranium ISL

Summary. The article considers the possibility of induction logging to determine the correct geotechnical parameters when developing uranium deposits stratum-infiltration type. Examples of the calculation of geotechnical parameters on the basis of induction logging and proved the importance of logging wells before and after acidification unit.

Key words: logging, geophysical methods of research, uranium deposits, reserves estimation, geotechnical parameters.

УДК 624.131.1

В.В. Кулагин, Э.М. Кульдеева
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, ema_ntu@mail.ru)

ИЗУЧЕНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ, ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АЛЛЮВИАЛЬНО-ПРОЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В СОСТАВЕ НАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ВОСПОЛНЕНИИ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Аннотация: В статье приведены результаты натурных исследований водно-физических, водно-химических, гидродинамических и фильтрационных свойств пород зоны аэрации, полученных с использованием комплекса геологических выработок, пройденных на всю мощность покровных отложений.

Ценность выполненных исследований обусловлена максимальной их приближенностью к реальным условиям потенциального потребителя воды за счет подземных вод при искусственном восполнении их запасов.

В процессе исследований выполнена комплексная оценка динамики процесса относительно установившейся инфильтрации через зону неполного насыщения до уровней грунтовых вод и от фазы полного насыщения до полной влагоемкости испытываемой породы.

Полученные количественные показатели отвечают важным основополагающим критериям организации инфильтрационных бассейнов в речных долинах с дефицитом источников питьевого водоснабжения сельских населенных пунктов.

По результатам целевого анализа выполненных исследований на созданной физической модели геофильтрации предложены рекомендации для перспективного внедрения ИВЗПВ на территории юго-восточной части Республики Казахстан.

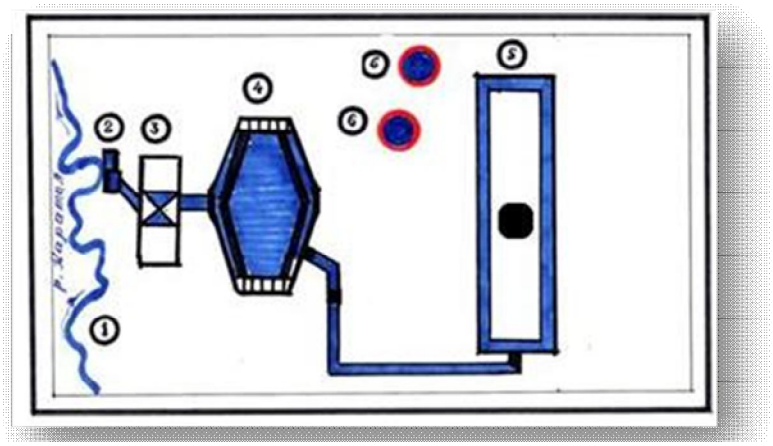
Ключевые слова: инфильтрация воды, свойств пород зоны аэрации, шурфы, искусственного восполнения, модели геофильтрации.

Участок исследований расположен на территории, прилегающей к поселку Кишитобе, являющийся потенциальным потребителем воды за счет подземных вод при искусственном восполнении их запасов.

По результатам целевого анализа и выполненных расчетов на созданной модели геофильтрации, приемлемым вариантом полной обеспеченности лимитного водозабора из р. Каратал принят проект наполнения одного инфильтрационного бассейна размером 150Х100 м по верху[1].

При выборе места расположения инфильтрационного бассейна учитывалось его минимальная и возможная в техническом отношении удаленность от поселка Киши_- Тобе с учетом генеральной схемы его застройки до 2030 года и перспектив хозяйственно - экономического развития. При этом учитывался один из важных критериев и условий ИВЗПВ, - это наличие на выбранном участке малой мощности покровных слабопроницаемых пород. Выбранный участок опытных исследований располагался примерно в 150 м от восточной окраины поселка.

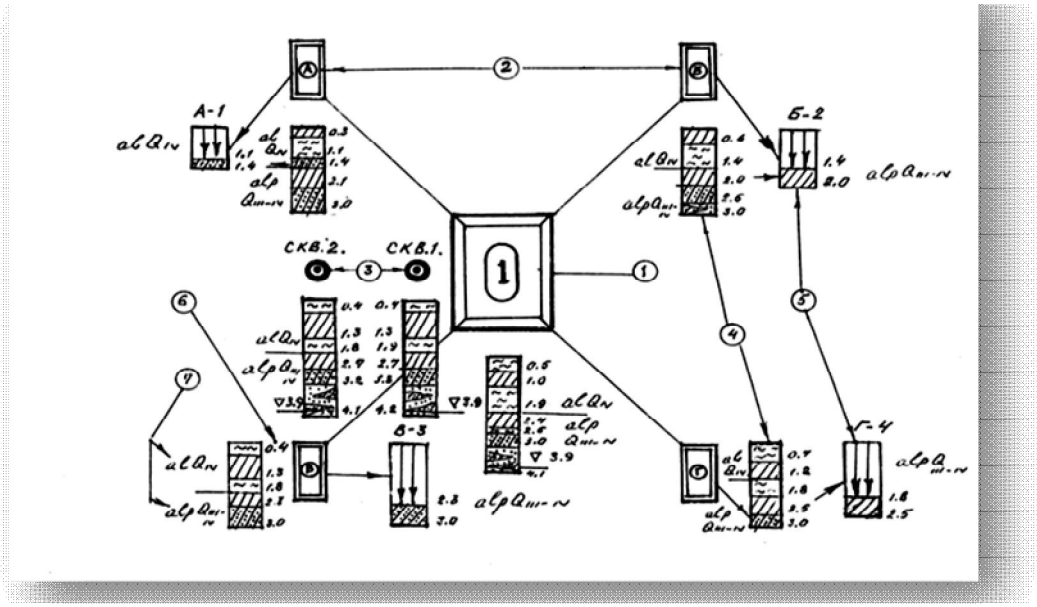
Возможная схема установки ИВЗПВ, базирующаяся на результатах модельных расчетов показана на рисунке 1



1 - поверхностный источник - р. Каратал; 2 - водозабор; 3 - насосная станция 1-го подъема; 4 - сооружения предварительной подготовки; 5- инфильтрационный бассейн; 6 – эксплуатационные скважины для питьевого водоснабжения п. Киши-Тобе.

Рис. 1. Компоновочная схема ИВЗПВ при однорядном расположении каптажных и инфильтрационных сооружений.

Для получения фактических данных о водно-физических, водно-химических, гидродинамических и фильтрационных параметрах пород зоны аэрации было выполнено строительство комплекса геологических выработок на экспериментальном участке пилотного проекта (Рисунок 2).



Условные обозначения: 1) - Центральный шурф-физическая мини-модель инфильтрационного бассейна; 2) - шурфы, расположенные по периметру в углах конверта проектируемого инфильтрационного бассейна; 3) – наблюдательные скважины- пьезометры; 4) - геолого-литологический разрез, слева (7)- геологический индекс, справа(6)- глубина залегания подошвы пород разреза, м; 5) – схема-разрез вскрытых пород для определения водопроницаемости и объемной влажности

- суглинок - супесь

- песок мелкозернистый с линзами супесей - глина

Рис. 2. Схема размещения горных выработок и геолого-литологическая характеристика разрезов на опытном экспериментальном участке ИВЗПВ

По периметру в углах условного конверта проектируемого инфильтрационного бассейна пройдены 4 шурфа, с идентичными размерами по площади и разными по глубине для проведения исследований по определению водопроницаемости и объемной влажности отдельно по каждому вскрытому генетическому горизонту покровных отложений[3].

В центре экспериментального участка был пройден и оборудован шурф, имитирующий в уменьшенном масштабе проектируемый инфильтрационный бассейн суточного регулирования со следующими параметрами: глубина заложения - 3,0 м с естественными откосами и размерами по верху - 1х3 м. Для его подготовки был задействован мини-экскаватор с объемом ковша 0,25 $м^3$ с последующей ручной доработкой дна и откосов.

Для изучения формирования режима уровней грунтовых вод непосредственно под основанием мини-бассейна на расстоянии 1,5 и 3,0 м от восточного откоса мини-бассейна были пробурены две временные наблюдательные скважины- пьезометры до уровня грунтовых вод [7].

Наполнение мини-бассейна водой из р. Каратал осуществлялось из мерной емкости объемом 4$м^3$, оборудованной расходомером и постоянно пополняемой с помощью авто-водовоза с емкостью цистерны 8 $м^3$.

Для получения достоверной характеристики водно-физических, водно-химических, гидродинамических и фильтрационных свойств пород зоны аэрации исследования проводились отдельно по каждому генетическому горизонту покровных отложений на всю вскрытую мощность. При этом, предварительно был проанализированы все существующие методы, приборы и оборудование, используемые в различных целях [3,4,5,6]. В результате, для получения необходимых параметров, характеризующих данные свойства при проведении исследований, был выбран унифицированный подход, при котором в качестве шурфа использована металлическая рама высотой 20 см прямоугольной формы с размерами, повторяющими размеры откосов шурфа, которая задавливалась на глубину 5см. В этом случае имитировались естественные условия просачивания воды до полного насыщения испытываемой мощности пород покровных отложений с учетом всех факторов, таких как растекание инфильтрационного потока, защемленный воздух, температура воды, близкое залегание уровня грунтовых вод и т.д.

При проведении опытно-исследовательских работ методом наливов, во внутренней раме поддерживался постоянный уровень доливаемой воды на отметке 15 см, т.е. практически при отсутствии влияния изменения гидравлического градиента. Исследования проводились до полной стабилизации расхода доливаемой воды в единицу времени, когда фаза полного насыщения до полной влагоемкости испытываемой породы замещалась фазой относительно установившейся инфильтрации. Во всех случаях был принят одинаковый режим выполнения измерений: в течение первых 6-ти часов с часовым интервалом замеров, в период 6- 16 часов с 2-х часовым интервалом замеров и, в последующих до конца экспериментов, - 24-часов и более с 4-х часовым интервалом измерений.

Для создания модели процесса инфильтрации воды из бассейна в зоне неполного насыщения были проведены полевые исследования методом наполнения водой подготовленной физической модели - мини-бассейна с начальным столбом воды в 200 см и с последующей его сработкой. Наблюдения велись в течение 78 часов со следующими интервалами измерений расхода воды и величины снижения столба воды в бассейне в единицу времени: в течение первых 6 часов - через 1 час, в дальнейшем в течение суток через 2 часа и затем до окончания опыта – через каждые 4 часа. Одновременно производился поинтервальный отбор проб водонасыщенного грунта с ненарушенной структурой для определения объемной влажности. Выполнение замеров столба воды в мини-бассейне иллюстрируется фотографией на рисунке 3.

Рис. 3. Измерение динамического уровня воды в мини-бассейне.

Одновременно, в эти же промежутки времени измерялся уровень грунтовых вод в скважинах – пьезометрах, общая их минерализация и значение водородного показателя на рисунке 4.

Рис. 4. Замеры уровней грунтовых вод в скважинах- пьезометрах на экспериментальном участке исследований

В мини - бассейне также определялась температура воды, общая минерализация и значения водородного показателя, используя соответствующие приборы измерения температуры и минерализации [2,7].

Отбор проб для измерения объемной влажности производился по слоям, расположенных на глубинах: 10, 20, 60, 75 и 90 см от дна инфильтрационного мини-бассейна. Пробы на влажность отбирались сразу после вскрытия очередного слоя, чтобы избежать потери из него влаги.

Для оценки динамики процесса инфильтрации через зону неполного насыщения до уровней грунтовых вод, водно-физических, гидродинамических и фильтрационных свойств аллювиально-

пролювиальных отложений на экспериментальном участке были получены следующие характеристики:

- исходный профиль объемной влажности (перед затоплением бассейна);
- значение высоты столба воды в бассейне над его дном и его изменение во времени;
- значение общего объема воды, поданной на инфильтрацию и время инфильтрации (от начала и до завершения);
- глубина промачивания по завершению опыта;
- профиль объемной влажности по завершению опыта и промежуточные по времени профиля объемной влажности.

Результаты экспериментальных исследований оформлены табличным и графическим материалом, из которых следует:

1. Участок экспериментальных исследований сложен неоднородными по площади распространения и по литологическому составу, маломощными слабо и водонепроницаемыми покровными отложениями, средней плотности сложения.

2. Верхним литологическим слоем покровных отложений зоны аэрации на экспериментальном участке ИВЗПВ является светло-серая, тонкопесчаная супесь, исследования которой проведены в шурфе А-1. Интервал исследований -100-140 см. Продолжительность опыта составила 26 часов при поданном объеме воды 1,147 м^3 на величину промачивания в 400 мм. Устойчивый расход воды наступил через 20 часов от начала опыта; относительно стабильная инфильтрация – через 6 часов (Рисунок 5).

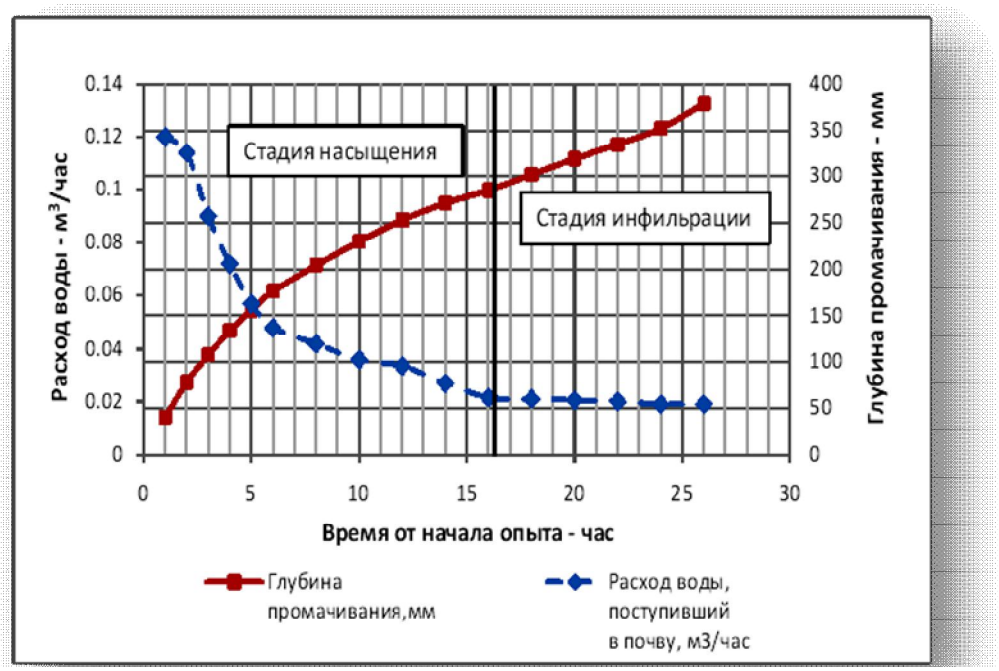


Рис. 5. Динамика изменения расхода профильтровавшейся воды в зону неполного насыщения и глубины промачивания для различных стадий насыщения покровных супесей.

Плотность грунта– 1,32 г/см^3, начальная объемная влажность - 36,7% от полевой влагоемкости и объема или 0,22; при полном насыщении- 73,1% или 0,44 при полной влагоемкости. Пористость равна 0,6. Разность обусловлена наличием защемленного воздуха в порах грунта.

3. Следующий литологический слой покровных отложений зоны аэрации на экспериментальном участке ИВЗПВ, исследования которого проведены в шурфе Б-2, представлен легкими суглинками, серого цвета, средней плотности сложения. Интервал исследований -140- 200 см. Продолжительность опыта составила 60 часов при поданном объеме воды 1,240 м^3 на величину промачивания в 600 мм. Устойчивый расход воды наступил через 40 часов от начала опыта; относительно стабильная инфильтрация – через 16 часов (Рисунок 6).

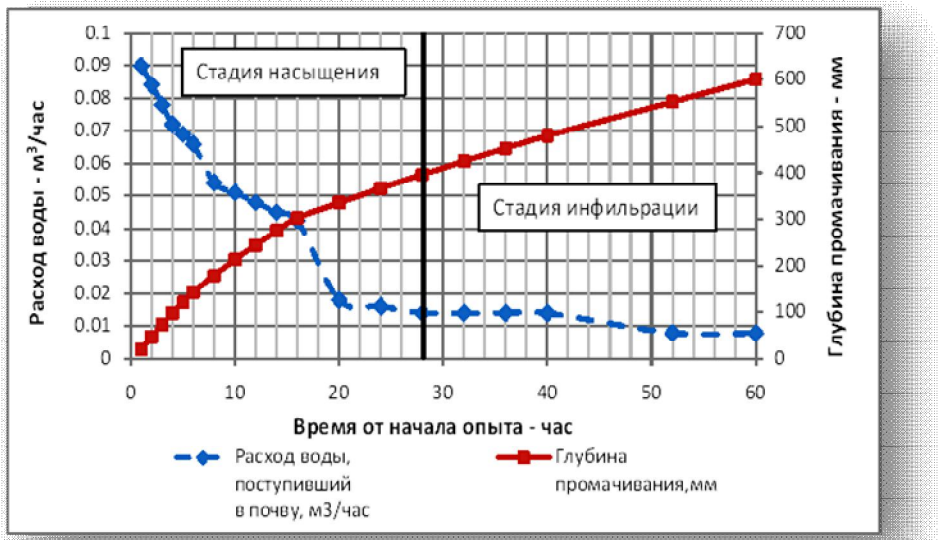


Рис. 6. Динамика изменения расхода профильтровавшейся воды в зону неполного насыщения и глубины промачивания для различных стадий насыщения суглинков.

Плотность грунта – 1,29 г/см^3 , начальная объемная влажность супесей - 32,5 % от полевой влагоемкости и объема или 0,23; при полном насыщении- 80,87% или 0,57при полной влагоемкости, Пористость отложений равна 0,7. Средневзвешенный расчетный коэффициент фильтрации составил 0,3м/сутки;

4. В шурфе В-3 проведены исследования водно-физических и фильтрационных свойств покровных отложений, представленных светло-серой, тонкопесчаной, слюдистой супесью в интервале 230-300см. Опыт продолжался в течение 85 часов при поданном объеме воды 1,384 м^3 на величину промачивания в 700 мм. Устойчивый переход от полного насыщения до инфильтрации наступил через 75 часов от начала опыта; относительно стабильная инфильтрация – через 8 часов (Рисунок 7).

Плотность грунта – 1,39 г/см3 , начальная объемная влажность - 36,7 % от полевой влагоемкости и объема или 0,22; при полном насыщении- 91,38% или 0,55. Пористость грунта равна 0,60. Средневзвешенный расчетный коэффициент фильтрации составил 0,56м/сутки.

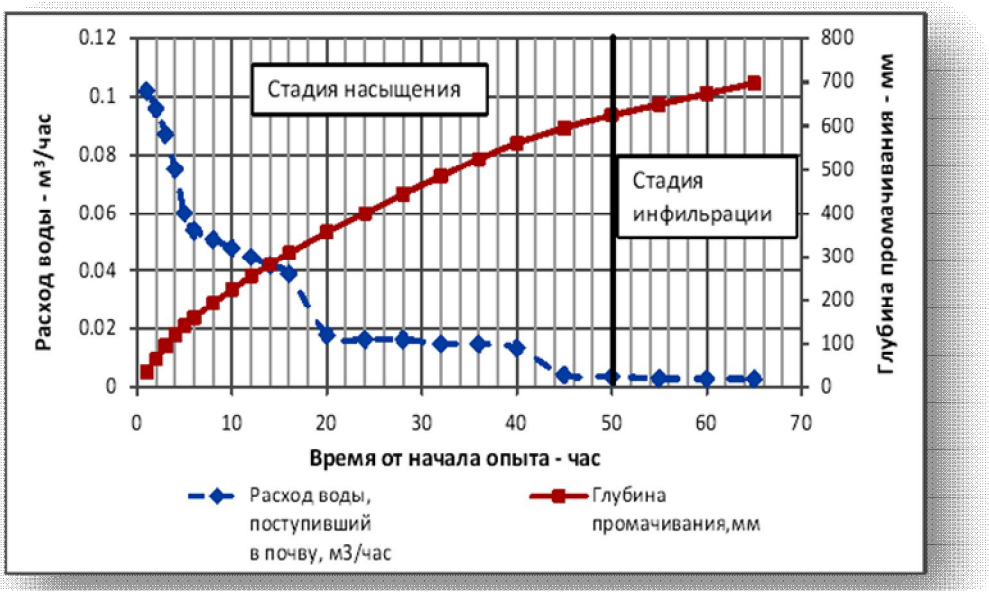


Рис. 7. Динамика изменения расхода профильтровавшейся воды в зону неполного насыщения и глубины промачивания для различных стадий насыщения супесей. Шурф В-3, характеризующий третий литологический слой в разрезе зоны неполного насыщения на экспериментальном участке ИВЗПВ.

5. Мелкозернистый песок серого цвета, слюдистый опробован в шурфе Г-4 в интервале 310-420см, с отметки 390 см водоносный. Продолжительность опыта составила 95 часов при поданном объеме воды 0,971 м^3. Устойчивый расход воды наступил через 82 часа от начала опыта; относительно стабильная инфильтрация – через 8 часов (Рис.8). Плотность грунта – 1,34 г/см^3, изначальная объемная влажность - 56,7 % от полевой влагоемкости и объема или 0,31; при полном насыщении- 52,1% или 0,53. Пористость равна 0,55. Средневзвешенный расчетный коэффициент фильтрации составил 2,8 м/сутки на начало исследований и 3,4 м/сутки при полном насыщении.

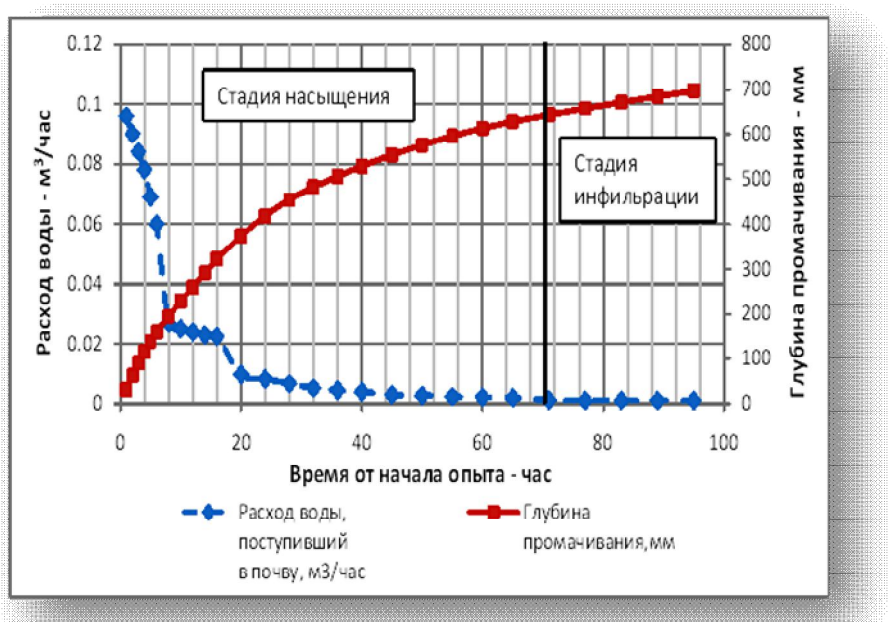
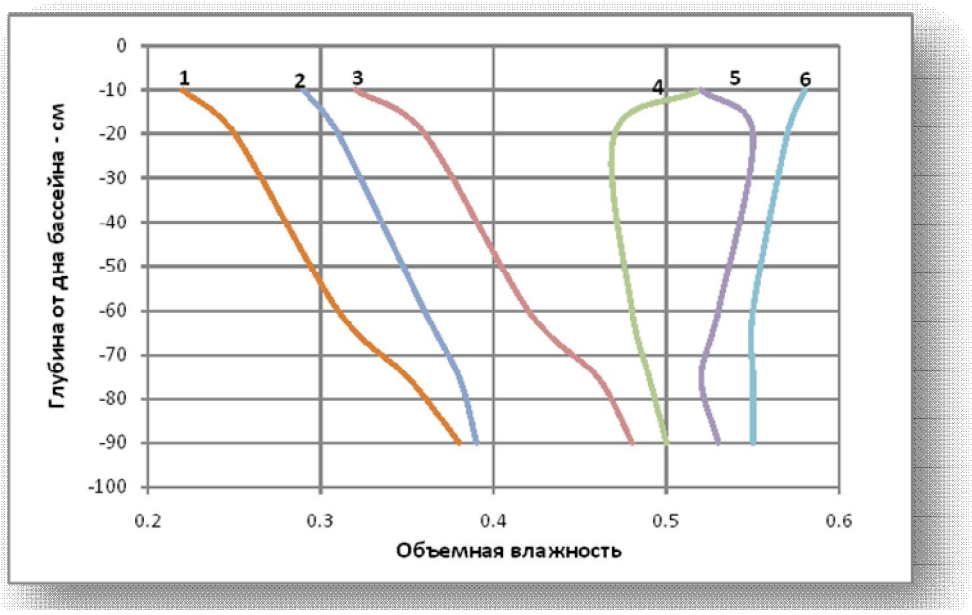


Рис. 8. Динамика изменения расхода профильтровавшейся воды в зону неполного насыщения и глубины промачивания для различных стадий насыщения мелкозернистого суглинистого песка.

Шурф Г-4, характеризующий четвертый литологический слой в разрезе зоны неполного насыщения на экспериментальном участке ИВЗПВ



1 – перед началом заполнения водой мини-бассейна; 2 – через 6 часов после заполнения; 3 – через 16 часов; 4- через 40 часов; 5 – через 64 часа; 6 – через 86 часов

Рис. 9. Изменение объемной влажности грунтов зоны неполного насыщения под дном инфильтрационного мини-бассейна во время проведения опыта на экспериментальном участке ИВЗПВ.

Статья написана по материалам проекта № 751.МОН.ГФ.12.8 (Договор № 342 от 04.02.2014 года) «Разработка метода искусственного восполнения запасов подземных вод и исследования перспектив его использования для питьевого водоснабжения в Юго-Восточном Казахстане»

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочевер Ф.М., Гармонов И.В., Лебедев А.В., Шестаков В.М. Основы гидрогеологических расчетов // М.: Недра, 1965. - 307 с.

2. Веригин Н.Н. Методы определения фильтрационных свойств горных пород // М.: Госстройиздат, 1962. - 182 с.

3. Инженерная геология и гидрогеология // Киев, «Будівельник», 1976. - 216 с.

5. Симончик С.Г., Куранов Н.П. Справочное пособие для обработки материалов инженерно-геологических изысканий // М.: ДАР\\ВОДГЕО, 2005. -94 с.

6. Шестаков В.М. и др. Опытно-фильтрационные работы //М.: Недра, 1974. 204 с.

7. Шестаков В.М., Пашковский И.О., Сойфер А,И. Гидрогеологические исследования на орошаемых территориях. // М.: Недра, 1982. - 244 с.

Кулагин В.В., Кульдеева Э.М.

Жерасты сулары қорларының жасанды толтырылуында процестердің натурлы зерттеулері құрамында аллювиалды-пролювиалды түзілімдердің сулы-физикалық, гидродинамикалық және сүзілулік қасиеттерін зерттеу.

Түйіндеме: Мақалада жамылғылық түзілімдердің бүкіл қалыңдығында өткен геологиялық өңдеулерді пайдалану арқылы алынған, аэрация белдемі таужыныстарының сулы-физикалық, гидродинамикалық және сүзілулік қасиеттерін натурлы зерттеу нәтижелері келтірілген.

Орындалған зерттеулердің құндылығы жерасты сулары қорларының жасанды толуында жерасты сулары есебінен суды потенциалды тұтынудың нақты жағдайларына олардың максималды жақындығымен негізделген.

Зерттеу процесінде сыналатын таужынысының толық қанығу фазасынан толық ылғалсыйымдылығына дейін, толық емес қанығу белдемінен грунт суларының деңгейіне дейін белгіленген сіңуге қатысты динамиканы кешенді бағалау орындалған.

Алынған мөлшерлік көрсеткіштер ауылдық елді мекендерді ауыз сумен қамтамасыз ету көздерінің тапшылығымен өзен аңғарларында сіңіретін алаптарды ұйымдастырудың маңызды негізгі салдары жауап береді.

Геофильтрацияның жасалған физикалық үлгісінде орындалған зерттеулерді талдау нәтижелері бойынша Қазақстан Республикасының оңтүстік-шығыс бөлігі аумағында ЖСҚЖТП болашақта енгізу үшін ұсыныстар жасалды.

Түйінді сөздер: судың сүзілуі, таужыныстарының аэрация белдемінің қасиеттері, шұңқырлар, жасанды толтыру, геофильтрация үлгісі

Kulagin V.V., Kuldeyeva E.M.

Water-physical, hydrodynamic and filtration properties of alluvial-prolluvial sediments study as a part of field studies at artificial groundwater replenishment.

Summary: The results of field studies of water-physical, chemical, hydrodynamic and filtration properties of the aeration zone obtained using complex geological workings, passed at full capacity overburden sediments.

The value of the research is due to their maximum approximation to the real conditions of the potential groundwater consumer by the methods of artificial replenishment.

In the course of research carried out a comprehensive assessment of the dynamics of the process with respect to the steady infiltration through the zone of incomplete saturation to levels of ground water and from the phase of full saturation to full moisture capacity of the test soil type.

Obtained quantitative indicators meet the basic criteria important in organization of infiltration basins in the river valleys with a deficit of sources of drinking water supply in rural settlements.

According to the results of the research on the physical geofiltration model were created recommendations for the future implementation of artificial replenishment on the south-eastern part of the Republic of Kazakhstan.

Key words: water infiltration, aeration zone properties of rocks, pits, artificial fill, model geofiltration.

УДК 621.39.075

А.М. Дараев, КазНТУ им К.И. Сатпаева, majit_2006@mail.ru
Ю.И. Шадхин, АУЭС.
Ж.Т. Джулаева, КазАТК
(Алматы, Республика Казахстан)

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНОГО КОРРЕКТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ НА ЭВМ

Аннотация: Представлена структурная схема замкнутой системы ПЧ-АД с нелинейным корректирующим устройством. Дается математическое описание динамики замкнутой системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Приводится алгоритм параметрического синтеза системы управления ПЧ-АД.

Ключевые слова: Структурная схема, преобразователь частоты, короткозамкнутый ротор, алгоритм.

Нелинейное корректирующее устройство замкнутой системы преобразователь частоты асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором аналогично звену переменной структуры. Нелинейное корректирующее устройство (НКУ) придает системе как бы свойство самонастройки по величине ошибки, возникающей в системе в процессе управления [1]. Структурная схема системы преобразователь частоты асинхронный двигатель (ПЧ – АД) [2] с нелинейным корректирующим устройством [1] представлена на рисунке 1.

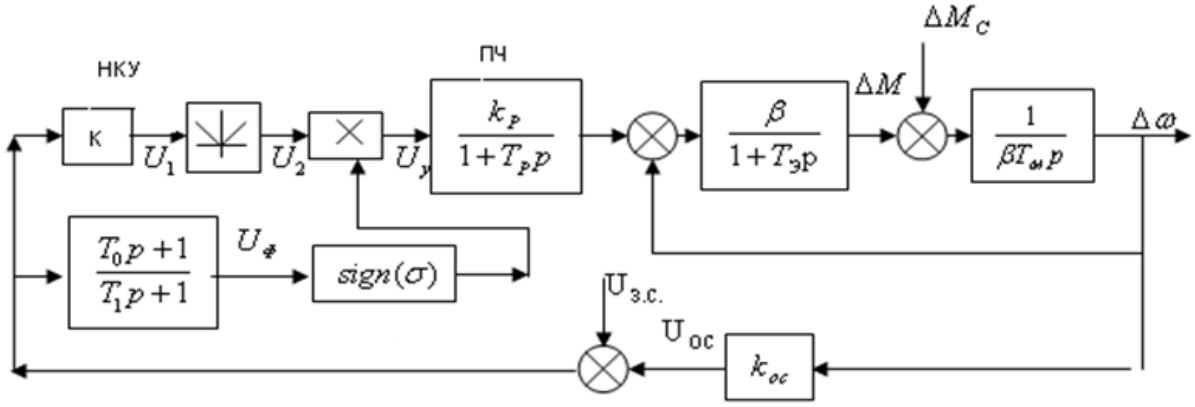


Рис. 1. Структурная схема замкнутой системы ПЧ – АД с НКУ

На рисунке 1 верхний канал НКУ представлен пропорциональным звеном и звеном модуля, нижний канал представлен передаточной функцией (инерционно – форсирующее звено) и нелинейным звеном $sign(\sigma)$. Входные сигналы на выходе НКУ умножаются, в результате чего создается управляющее воздействие $U_y(t)$.

Для решения задачи синтеза рассмотрим математическое описание динамики замкнутой системы ПЧ – АД с нелинейным корректирующим устройством.

Математическое описание динамики системы имеет следующий вид:

$$\beta T_M p\Delta\omega = \Delta M - \Delta M_C,$$
$$(T_э p+1)\Delta M = \beta(U_р - \Delta\omega),$$

$$
\begin{aligned}
&(T_P p+1)U_P = k_P U_Y,\\
&(T_1 p+1)U_\Phi = (\mathrm{T}_0 p+1)x,\\
&x = U_{3.C.} - \mathrm{U_{OC}}, \quad U_{OC} = k_{OC}\Delta\omega,\\
&U_1 = kx, \quad U_2 = |U_1|,\\
&U_3 = sign(\sigma), \quad \sigma = U_\Phi,\\
&\mathrm{U_Y} = U_2 * U_3,
\end{aligned}
\tag{1}
$$

где $\Delta\omega -$ приращение скорости двигателя;

ΔM – приращение момента двигателя;

ΔU_P – приращение напряжения с выхода ПЧ;

U_Φ – выходное напряжение линейного фильтра НКУ;

$\beta -$ модуль жесткости механической характеристики;

$T_Э$ – эквивалентная электромагнитная постоянная времени цепей статора и ротора двигателя;

T_P – постоянная времени цепи управления ПЧ;

T_M – электромеханическая постоянная времени двигателя;

k_P – передаточный коэффициент ПЧ;

$K_{OC} -$ коэффициент обратной связи по скорости;

$\Delta U_{3.C}$ – напряжение на выходе задатчика интенсивности.

Задача синтеза параметров нелинейного корректирующего устройства заключается в определении коэффициента k (верхнего канала) и постоянных времени линейного фильтра T_0, T_1 НКУ. Кроме этого осуществляется синтез коэффициента передачи преобразователя частоты k_P. Численное значение коэффициента обратной связи k_{OC} задается. Параметры асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором рассчитываются. После несложных преобразований уравнений (1), с учетом $\Delta M_C = 0$, уравнения (1) будут иметь следующий вид:

$$
\begin{aligned}
&\frac{dx_1}{dt} = a_1 x_2; \qquad \frac{dx_2}{dt} = a_2 x_3 - a_3 x_1 - a_4 x_2;\\
&\frac{dx_3}{dt} = a_5 * k_p * |k_1 * (u - k_{oc} * x_1| * sign(x_4) - a_5 x_3;\\
&\frac{dx_4}{dt} = a_6 * u - a_7 * (T_0 / T_1) x_2 - a_8 * x_1 - a_9 * x_4,
\end{aligned}
\tag{2}
$$

где

$$
\begin{aligned}
&x_1 = \Delta\omega \ , \ x_2 = \Delta M \ , \ x_3 = U_P, \ x_4 = U_\Phi,\\
&\alpha_1 = 1/\beta \mathrm{T_M}, \quad \alpha_2 = \beta / \mathrm{T_Э}, \ \alpha_3 = a_2, \quad a_4 = 1/\mathrm{T_Э}\\
&\alpha_4 = 1/\mathrm{T_P}, \ \alpha_5 = a_4, \ \alpha_6 = 1/\mathrm{T_1} \quad \alpha_7 = k_{oc}/\beta \mathrm{T_M},\\
&\alpha_8 = k_{oc}/\mathrm{T_1}, \quad \alpha_9 = 1/\mathrm{T_1}, \quad \mathrm{u = U_{3.C.}},
\end{aligned}
$$

Структурная схема алгоритма параметрического синтеза нелинейной системы управления приведена на рисунке 2. Структурная схема алгоритма построена на основании [3].

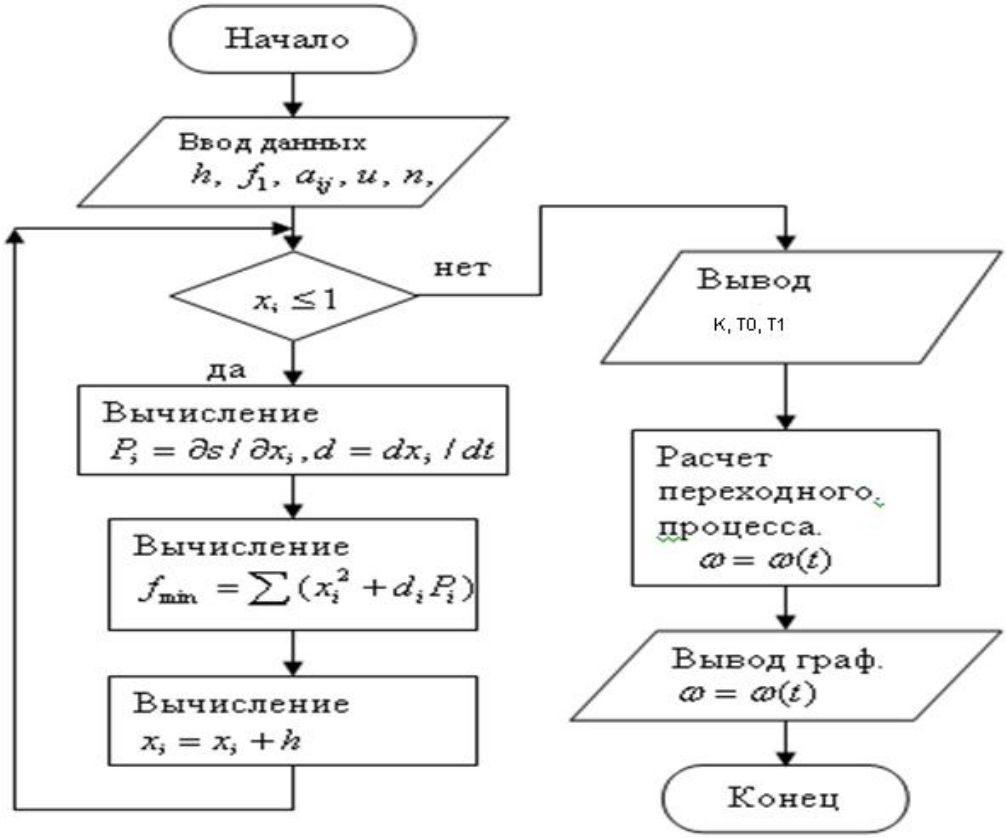


Рис. 2. Структурная схема алгоритма параметрического синтеза замкнутой нелинейной системы ПЧ - АД

Алгоритм вычисления параметров заключается в следующем:

1. Вводятся величина шага h переменных x_i, начальное приближение функции многих переменных f_1, численные значения коэффициентов a_{ij} функции квадратичной формы, напряжение задающего сигнала $u = U_{3.C.}$, порядок системы дифференциальных уравнений n.

2. Проверяется условие выполнения неравенства численного значения переменной x_i;

3. Вычисляются частные производные $P_i = \partial S / \partial x_i$ функции S квадратичной формы по каждой переменной x_i;

4. Вычисляются численные значения правой части системы дифференциальных уравнений $d_i = dx_i / dt$;

5. Вычисляется минимум функции $f_{\min}$ равная $f = \sum X_i^2 + P_i * d_i$

6. Вычисляется новые численные значения переменных $x_i = x_i + h$ с передачей управления счета на проверку условия не превышения заданной верхней границы переменных x_i;

7. В случае невыполнения условия выводятся рассчитанные значения коэффициентов k_p, k и постоянных времени T_0 и T_1;

8. Расчет переходного процесса скорости системы ПЧ – АД осуществляется методом Рунге – Кутта [4];

9. Для визуального наблюдения за качеством переходного процесса скорости график скорости и момента двигателя выводится на экран дисплея.

Следует отметить, что задача синтеза параметров замкнутой системы ПЧ – АД решается в MATLAB, где одновременно с выводом на экран дисплей кривой переходного процесса скорости и момента осуществляется вывод параметров нелинейного корректирующего устройства k, T_0, T_1,

передаточного коэффициента преобразователя частоты k_P. На рисунке 3 представлены графики переходного процесса угловой скорости и момента асинхронного двигателя. Исходя из требований к качеству переходного процесса скорости двигателя (перерегулирование, число колебаний и время регулирования), выбирается следующий график переходного процесса скорости, представленный на рисунке 3.

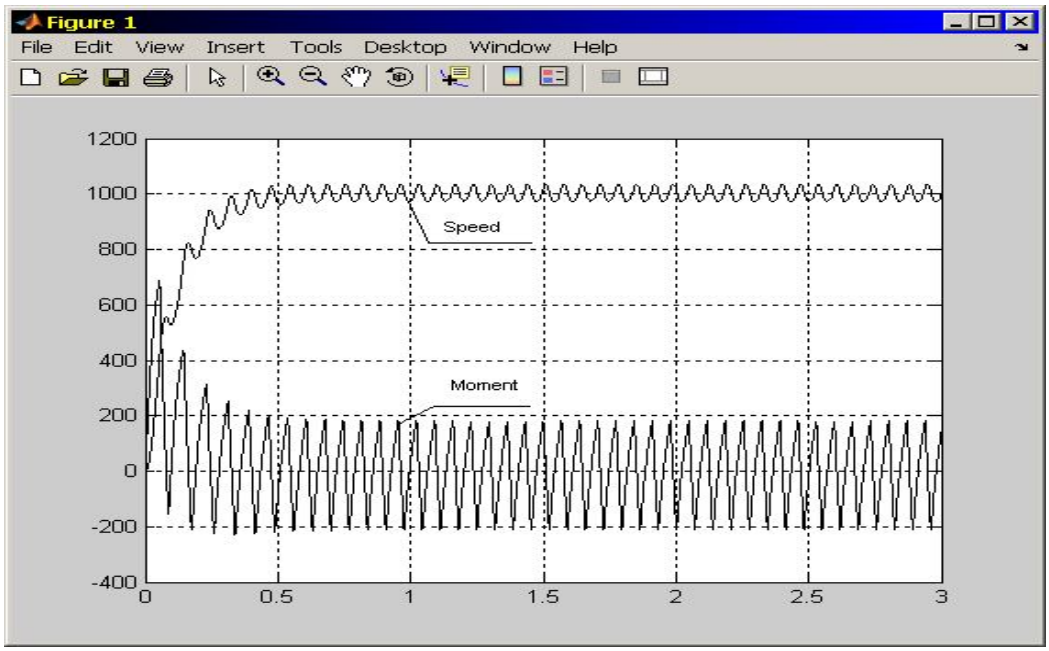


Рис. 3. График переходного процесса скорости

Результаты счета программы следующие:

$k_P = 27;\ \ k = 0{,}22;\ \ T_1 = 0{,}37;\ \ T_2 = 0{,}37.$

Как видно из рисунка 3, график переходного процесса скорости выбран без перерегулирования и колебаний, что соответствует требованиям предъявляемые к нелинейным системам ПЧ – АД.

Выводы

Разработана структурная схема замкнутой системы ПЧ – АД с нелинейным корректирующим устройством.

Разработана математическая модель динамики замкнутой системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.

Разработан алгоритм параметрического синтеза системы управления ПЧ-АД

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, 1988.

2. Терехов В.Н., Осипов О.И. Системы управления электроприводов.– М.: Академия, 2006.

3. Сагитов П.И., Тергемес К.Т., Шадхин Ю.И. Параметрический синтез системы управления многодвигательного асинхронного электропривода. //Вестник Алматинского университета энергетики и связи. – 2011.- №2(13).

4. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7/ Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. – М.:НТ Пресс, 2006.

REFERENCES

1. Popov E.P. Theory of nonlinear systems of automatic control and management. – M.: Science, 1988.

2. Terekhov V.N., Osipov O. I. Control systems of electric drives. – M.: Academy, 2006.

3. Sagitov P. I., Tergemes K.T., ShadkhinYu.I. Parametrichesky synthesis of a control system of the multi-engine asynchronous electric drive.//Bulletin of Almaty university of power and communication. – 2011. - No. 2(13).

4. Alekseev E.R., Chesnokova O. V. MATLAB 7/Alekseev E.R., Chesnokova O. V. – M.:HT the Press, 2006.

Дараев А. Шадхин Ю. Джулаева Ж.

Тұйықталған жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш сызықты емес коррекциялау құрылғысының ЭЕМ көмегімен параметрлік синтезі.

Түйіндеме: Мақалада коррекциялау сызықты емес буыны бар тұйықталған ЖТ-АҚ жүйесі келтірілген. Жиілікті түрлендіргіш – қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыш тұйықталған жүйесі динамикасының математикалық сипаттамасы берілген. ЖТ-АҚ басқарудың жүйесінің параметрлік синтезінің алгоритмі келтірілген.

Түйін сөздер: Құрылымдық сұлба, жиілікті түрлендіргіш, қысқа тұйықталған ротор, алгоритм

Darayev A. Shadhin U. Dzhulayev Zh.

Parametrical synthes of thr nonlinear correcting device of the closed system the frequency converter the asynchronus engine on the computer

Summary: The block diagram of the closed system of PCh-AD is presented in article with the nonlinear correcting device. The frequency converter – the asynchronous engine with a short-circuited rotor is given the mathematical description of dynamics of the closed system. The algorithm of parametrical synthesis of a control system of PCh-AD is given.

Key words: Block diagram, frequency converter, short-circuited rotor, algorithm.

Р.К. Ускенбаева, Т.Т. Темірболатова, А.Б. Касымова
(Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

БҰЛТТЫҚ ЕСЕПТЕУДЕ MAPREDUCE ТЕХНОЛОГИЯСЫМЕН ҮЛКЕН ДЕРЕКТЕРДІ ӨҢДЕУ

Түйіндеме. Осы мақалада күрделі параллельдеу абстракциясына арналған MapReduce бағдарламалау парадигмасын үлкен деректер мен бұлттық есептеу жұмыстарына қолдану тиімділігі жайлы айтылады. Бұлттық есептеу нақты сандарды қай жерде қолдануды ойлауды талап етпейтін MapReduce абстракциясына толықтыру болады.

Түйін сөздер: Бұлттық есепеу, MapReduce, reduction функциясы, қысқарту фазасы, BigData.

Кіріспе

Қазіргі заманда ақпараттық әлемнің кең ауқымды дамуына байланысты деректердің көлемі күн өткен сайын арта түсуде, соған орай олардың сапалы өңдеу қажеттілігі де артты. Қажеттілікке сай үлкен деректерді өңдеу, тарату және сақтау концепциясын жасақтау керек. Үлкен деректерді (ағыл. BigData) өңдеудің заманауи концепциясы немесе парадигмасы ретінде BigData концепциясын мысалға келтіруге болады.

Соңғы жылдары үлкен деректер экономикалық және технологиялық дамудың жалпы танылған тренді болып табылады. Gartner зерттеу консалтинг компаниясы Үлкен деректер өндірістегі, денсаулық сақтаудағы, саудадағы, мемлекеттік басқарудағы ақпараттық технологияларға ықпал ететінін болжайды.

Үлкен деректер анықтамасына келесі ақпараттар арқылы сипаттама беруге болады: көлем (ағыл. volume, физикалық тұрғыдан), жылдамдық (ағыл. velocity, деректердің көлемінің қорда ұлғаюы және де өңдеу кезінде нәтиже алу жылдамдығы), көп түрлілік (ағыл. variety, бір мезетте әртүрлі құрылымды деректі өңдеу мүмкіндігі).

Сонымен үлкен деректер ақпараттық технологияларда 2000 жылдың соңында қалыптасқан үлкен көлемдегі құрылымды, құрылымдастырылмаған деректерді өңдеу амалдары, құралдары мен әдістері жинақтары, үлестірілген есептеу желісінде оңтайлы шарттарында адамға түсінікті көп мағыналы деректердің шешімін беретін дәстүрлі дерекқор басқару жүйесі мен Business Intelligence класс тапсырмаларын шешудегі баламалы нұсқасы болып келеді.

Үлкен деректер технологияларына құрылымдастырылмаған деректерді өңдеуде қолданатын жалпылама параллельді өңдеу, NoSQL, Hadoop ашық кодты бағдарламалық каркасының негізінде құрастырылған MapReduce алгоритмдері кеңінен қолданылады.

Қазіргі ақпараттық технологияларда жоғарыда айтылған үлкен деректер технологиярынан басқа түрлері де жасақталуда.

MapReduce технологиясымен үлкен деректі өңдеу

MapReduce технологиясын үлкен деректерді өңдеуде кеңінен қолданады. MapReduce —“нод” деп аталатын бірнеше компьютерлерден құралған кластерда үлестірілген тапсырмаларды шешуге арналған фреймворк.

MapReduce-тың жұмысы Map және Reduce қадамдарынан тұрады.

Map-қадамында кіріс деректер алдын-ала өңделеді. Ол үшін бір компьютер (master node - басты түйін) кіріс тапсырмасын алып, бөлшектерге бөліп, басқа түйіндерге (worker node - жұмыс түйіндеріне) алдын ала өңдеу үшін таратады.

MapReduce-тің негізгі идеясы: жалпылай паралеллдеуде қолданатын қарапайым парадигмалы код жазу.

MapReduce-тің оперативті паралеллдеу семантикасынан жасақтаушыдан айыра алу мүмкіндігіне байланысты оны бұлттық есептеуде қолданады. Бағдарлама жасақтаушы бұлтты пайдалану арқылы MapReduce операциясын және кез келген көлемдегі машинаға жүктеуге келетін сценарийді жаза алады.

Бұлттық есептеу мен MapReduce қосындысы үлкен деректермен жұмыс істеуге ең тиімді мүмкіндік береді. Шын мәнінде MapReduce бұл тек іріктеу және деректерді топтастыру үшін қолданатын программалық модель.

Осы толық сәулет, келесілермен қамтамасыздандырады:

– үлкен массивті түйіндерді өңдеуде деректреді автоматты параллельдейді, Map/Reduce процедурасын орындайды;

– осы есептеу түйіндерінде тұрып тұрып қалмай немесе шамадан тыс жүктелмейтіндей жүктеудің тиімді балансировкасымен;

– жалпы тапсырманы орындау кезінде кез келген бір түйіннің істен шығып қалу мүмкіндігін алдын ала қарастыратын жұмыстың істен щығыпқалуды болдырмау технологиясымен.

Сонымен MapReduce бір жағынан қолданушыға оның деректерін өңдеу мүмкіндігін берсе, екінші жағынан кластерде оны паралеллдеудің процесін тиімді әрі оңтайлы ұйымдастырып береді.

MapReduce-ті жобалауда GFS файлдық серверінің негізі чанк-серверінде map және reduce процедураларын орналастыру идеясы туындады. Осы әдіс арқылы GPS модуль функциясын өңдеуге жақындата түседі.

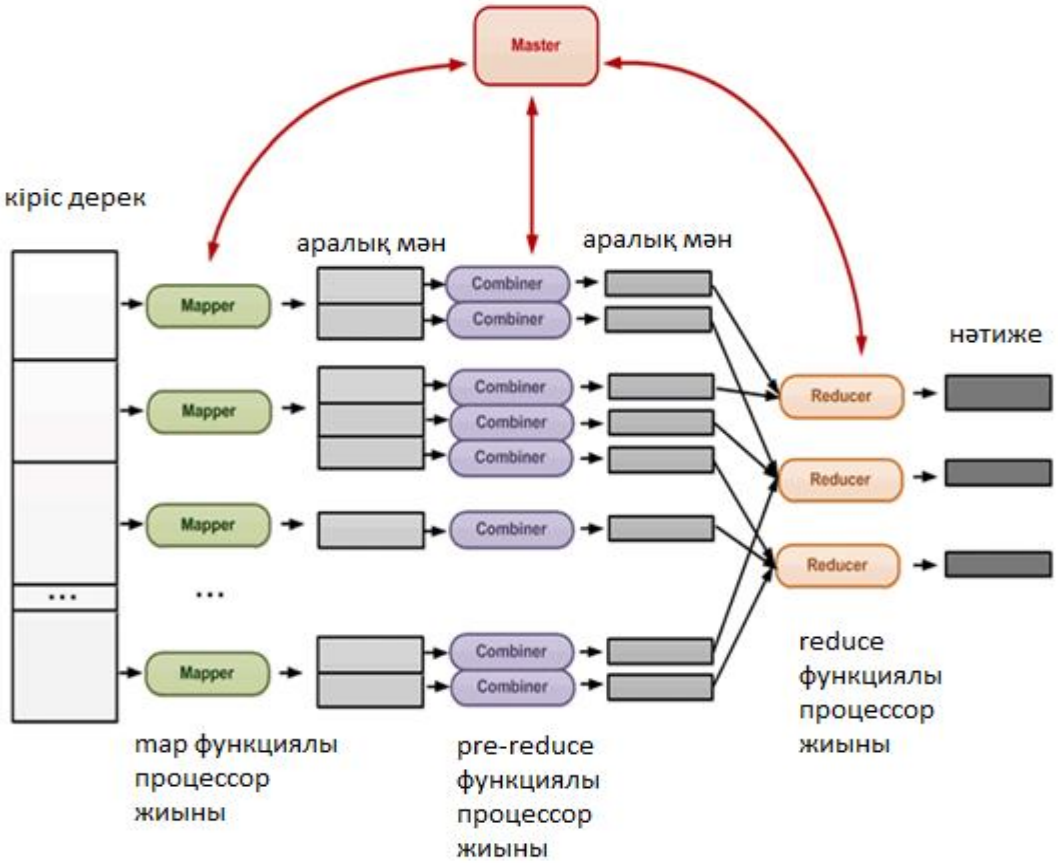
MapReduce технологиясы «басты – бағынушы» қағидатында жасалған. MapReduce – процедурасында басты Master –чанк-серверде шашылған «жұмысшылар» жиынын басқарады, оның бір бөлігін map функциясына жауап берсе, қалғаны reduce функциясына жауап береді. MapReduce кіре берісіне 16 - 64 мегабайт құрайтын N “бөлшектелген” өңдеуді қажет ететін массивтен тұрады. M массив бөлшектерінің мекен жайларын алған соң Master MapReduce-ке M функциялы мэпперов жеке тапсырманы тағайындап map процедурасына жататын әрқайсысын чанк мекенін таратады. Мэппер бір-біріне тәуелсіз, паралель жұмыс істейтіндіктен сызықты өңдеуге қарағанда M есе аз уақытта нәтиже береді.

Нәтижесінде іріктелмеген кілт – мән жұпты тізім аралық нәтижелі массив бөлшектері пайда болады. Расында аралық нәтижелі массив бөлшектерінің саны R-ге тең болып, reduce жұмысына жауап беретін «жұмысшылар» санына тең болу керек. Алайда тәжірибеде массив жұптарында бір кілттен көп болуы мүмкін. Оның көлемі азайту үшін MapReduce деректерді алдын ала агрегирлейтін процедурасын қолдану арқылы әйгілі жұптарға аралық мәндерді қосақтайды.

Combine деп аталатын процедура болмысынан reduce-ке ұқсас болып келеді. Combine процедурасын коммутативті және ассоциативті сипаттарға ие болып reduce кезеңінде деректерді біріктіруде қолдануға болады.

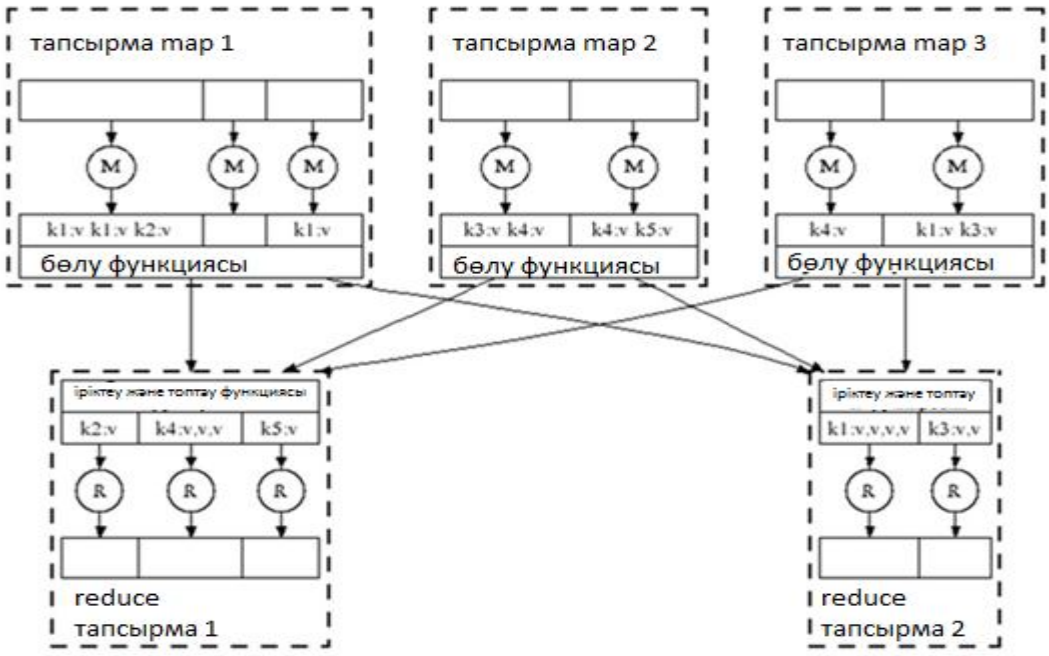
Қажетті көлемге дейін агрегирлеген аралық мәнді массив reduce-те орындалатын R «жұмысшыларға» түседі. Reduce қарапайым түрде бір кілттің барлық мәндерімен жұмыс жасайды. Бұл дегеніміз әрбір «жұмысшыға» бір мәнді кілтті береді. Негізгі қиындық мэппермен жасалған кілттердің тізімнің әрбір жерінде шашыратылып жатқанында (1 сурет).

Соңғы кезеңде reduce процедурасының алдында үлестіру (partitioning) (2 сурет) процедурасы орындалады. Нәтижесінде бір мәнді кілттер бір «жұмысшыға» келіп түседі. Аталмыш процессті орындау үшін біраз уақыт пен желілік трафик қажет етіледі, алайда бұл шығын келесі кезеңде орындалатын процестің қарқындылығымен өтеледі.



1 сурет. MapReduce – бұл параллелдеу арқылы және орындалу барысында қатені қадағалайтын орталықтандырған басқару жүйесі.

Әрбір редьюсер нәтижесінде өзі жауап берген тиесілі нәтижені іріктелген оперативті кілт тізімін жасайтын файл құрайды.



2 сурет. Аралық мәндерді reduce түйіндеріне тарату

R нәтижелеуші файл R «жұмысшыларды» құрып MapReduce шеберіне хабарлайды. Барлық «жұмысшылардан» дәлелдеушілерді алғаннан кейін тапсырма орындалған болып саналады да, клиентке нәтижелеуші файлдың мекенін береді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұлттық есептеу концепциясында ауани серверде деректерді өңдеудің алуан түрлі нұсқалары бар. Осы мақалада қарастырылған үлкен деректерді бұлттық есептеуде және MapReduce арқылы өңдеу жолы қарастырылды.

Негізінде MapReduce процедурасын бұлттық есептеу қолдану ең тиімді шешімдерді беретіндігін атап өткен жөн.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. R.Uskenbayeva, Y.Chinibayev, A.Kassymova, T.Temirbolatova, K. Mukhanov. Technology of integration of diverse databases on the example of medical records// 2014 14th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2014) Oct. 22-25, 2014 in KINTEX, Gyeonggi-do, Korea.

2. R.Uskenbayeva. S.T.Amanzholova, G.I. Khasenova, T.Temirbolatova. Analysis and Localization of Performance Degradation Incidents of Distributed Computer Systems// Smart-government: Proceeding of the International Scientific-Practical Conference. - 2014. - P. 75-81.

3. Bektemyssova G., Chinibayev Y., Temirbolatova T., Uskenbaeva R. Recovery and visualization of 3D models as a part of integrated database The 12th INTERNATIONAL CONFERENCE INFORMATION TECHNOLOGIES AND MANAGEMENT 2014 April 16-17, 2014, Information Systems Management Institute, Riga, Latvia

REFERENCES

1. R.Uskenbayeva, Y.Chinibayev, A.Kassymova, T.Temirbolatova, K. Mukhanov. Technology of integration of diverse databases on the example of medical records// 2014 14th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2014) Oct. 22-25, 2014 in KINTEX, Gyeonggi-do, Korea.

2. R.Uskenbayeva. S.T.Amanzholova, G.I. Khasenova, T.Temirbolatova. Analysis and Localization of Performance Degradation Incidents of Distributed Computer Systems// Smart-government: Proceeding of the International Scientific-Practical Conference. - 2014. - P. 75-81.

3. Bektemyssova G., Chinibayev Y., Temirbolatova T., Uskenbaeva R. Recovery and visualization of 3D models as a part of integrated database The 12th INTERNATIONAL CONFERENCE INFORMATION TECHNOLOGIES AND MANAGEMENT 2014 April 16-17, 2014, Information Systems Management Institute, Riga, Latvia

Ускенбаева Р.К., Темірболатова Т.Т., Касымова А.Б.

Обработка больших данных с использованием mapreduce в облачной среде

В данной статье рассматривается парадигма программирования MapReduce, изначально предназначавшаяся для абстрагирования сложностей распараллеливания, которая идеально подходит для облачных вычислений, особенно при работе с большими объемами данных.

Облачные вычисления прекрасно дополняют абстракцию MapReduce, позволяя не задумываться о том, где именно осуществляются операции над конкретными числами.

Ключевые слова: облачные вычисления, MapReduce, функция reduction, фаза сокращения, концепция BigData.

Uskenbayeva R.K., Temirbolatova T.T., Kassymova A.B.

Processing of big data using mapreduce and cloud computing

This article discusses the programming paradigm known as MapReduce, originally destined for abstracting the complexities of parallelization, which is ideal for cloud computing, especially when working with large amounts of data.

Cloud computing complement abstraction of MapReduce, allowing not to think about exactly where operations are carried out on specific numbers.

Key words: Cloud computing, MapReduce, feature reduction, reduction phase, BigData.

УДК 681.518.

[1]Л.А. Сугурова, [1]А.Б. Сулейменов, [3]М.Ш. Джунисбеков, [2]Andrzej Antoni Kotyra
([1] Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университет, Алматы
[2]Люблиндік техникалық университет. Польша. Люблин
[3]М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті., Тараз)

ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫҢ КҮЙІН ЖЕДЕЛ ДИАГНОСТИКАЛАУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕЛЕРІН ҚҰРУ ӘДІСІ

Андатпа. Негізгі технологиялық жабдықтардың күйін жедел диагностикалау және бақылаудың автоматтандырылған жүйесін құрудың әдісі ұсынылған. Бақылау және диагностикалау жүйесі басқарудың автоматтандырылған жүйесімен қатар жұмыс жасауы қажет. Және де тиімді басқарумен және технологиялық жабдықты жедел болжау жасау эффектісі бір бірін толықтырып, жүйенің жұмысының жалпы тиімділігін жоғарылату қажет. Диагностика алгоритмдерін құру әдісінде интеллектуалды технологияларды қолданып жүзеге асырылады. Бұл өз кезегінде оларды құруды жылдамдатып, болжаудың шын мәнінен жуық болуын жоғарылатады.

Кілттік сөздер: диагностикалау, басқарудың автоматтандырылған жүйесі, интеллектуальды жүйе, алгоритм, технологиялық объект.

Өнеркәсіптік өндірісінің дамуының бірінші этаптарында технологиялық жабдықтардың (ТЖ) эксплуатациялық сенімділігін қамтамасыз ету немесе техникалық күйінің жарамдылығы "істен шығу" дейінгі кезеңге дейін жүргізілсе, өткен ғасырдың жартысында басқа бағыт - жоспарлы ескертпе жөндеулері (ЖЕЖ) пайда болды және де қазіргі уақытқа дейін қолданылады [1].

Бірақ нарық заманында ТЖ эксплуатациялық сенімділігін камтамасыз ететін, яғни "оның нақты жағдайы бойынша" басқада даму стратегияларына өтуіміз қажет [1]. Осы стратегияға өту ТЖ техникалық күйін жедел диагностикалау және бақылаудың автоматтандырылған жүйесін (ЖД және БАЖ) құру қажеттілігі туындайды.

ТЖ дың нақты күйі бойынша бағалау жүйесін қолдану жабдықтардың жөндеуде тұрып қалу уақытының азаю салдарынан өнімділіктің тиімділігін жоғарылауына мүмкіндік береді, жөндеулерге шығындарды азюымен және жабдықтарды апаттан кейінгі қайта қалпына келтіруінен өнімнің өзіндік құнын төмендетеді (1 кестені) [1].

1 кесте. **ЖД және БАЖ қолданудың тәжіріби маңыздылығы**

Шығындар	Үнемділік
Алдын ала зерттеу жасау, мониторинг нүктелерін таңдау, шектік мәндерін анықтау. Жабдықтардың істен шығу туралы біріңғай қорын құру. ЖД және БАЖ өңдеу	Жөндеулер арасындағы орташа уақытты ұлғайту (өнімділіктің өсуі және техникалық қызмет көрсету шығындарының азаюы). Алдын ала болжанбаған істен шығуларды нақты жою (сенімділіктің және өнімділіктің жөғарылауы). Бөлшектердің артық шығындарын жою (жарамды бөлшектерді ауыстыру). Қордағы бөлшектердің көлемін азайту (қордағы бөлшектерді сұраныс жасау қажеттілігі туралы алдын ала ескертпе жасау). Қауіпсіздікті жоғарылату (алдын ала қарастырылмаған істен шығулардың ықтималдылығын азайту). Өндірістік процесстерді өнімділігінің жоғарылуы.

ЖДжәнеБАЖ құруға арналған шығындары төмендетіледі, егер жұмыс жасайтын ТПБАЖ ға көмекші жүйесі ретінде құрамына кіргізсе. Бұл жағдайда әрекет етуші ТПБАЖ дын ақпараттық қамсыздандыруы қолданылатын болады. Бұл оны өңдеуге және ендіруге кететін шығындарды төмендетеді. Және де кеңейтілген ТПБАЖ ды енгізуден эффектісі жоғарылатылады, себебі процесстерді тиімді және жедел басқарудың эффектісінен басқа ТЖ жедел диагностикалау эффектісі де орын алады. (кесте 1). Сонымен қатар синергетикалық эффекттің туындауын мүмкін етеді, ол

дегеніміз – ТПБАЖ бен және ЖД және БАЖ эффектілері қосылғанымен тұрмай, көбейтіледі. Бұл процесстердің басқарылуымен қатар ТЖ диагностикалаудың өзара әсерлесуі арқылы жүзеге асады: бір жағынан жедел және тиімді процессті жүргізу ТЖ жақсы әсер етеді, екінші жағынан – жедел диагностикалау ТЖ күйін дұрыс деңгейде сақтауға мүмкіндік беріп, оның басқарылуын жақсартады.

ТЖ және БАЖ диагностикалау функциясы ТЖ дағы деструктивті процесстердің бастамасын бастапқы кезеңде анықтауға мүмкіндік береді. Мұндай процесстер аппатты, бірақ олардың дамуын уақыттың әр мезетінде бақыланатын параметрлердің трендтерінің бағалау жиынтығын жүргізетін, ескертуші көп параметрлі диагностика (КПД) әдісін қолдана отырып, бақылап және алдын ала болжауға болады [2]. Күйін болжау функциясы КПД ны ескертуші диагностикаға жатқызады, себебі ол басқару объектісінде жағымсыз жағдайларды басқарушы әсерлесудің берілісі арқылы пайда болуын алдын алуға мүмкіндігі бар. Басқарушы әсерлесу ретінде жұмыс режимін реттеу сигналдары және эксплуатациялық персоналға қажет әрекеттер туралы хабарламалар, қиратушы процесстерді ескерту үшін ТЖ ды өшіруге дейінгі хабарламалар қолданылады[2].

ТЖ дың эксплуатациялық бақылау әдістері - квалификациялы персоналды шақырып, жоспарлы өшірулер кезінде олардың әр түрлі шамаларын периодты түрде ауқымды тексерулерді өткізулерден тұрады. Бұл әдістер *тесттік диагностика* болып табылады. Мұндай бақылауда параметрлердің рұқсат етілмеген мәндерінің пайда болған жағдайында ТЖ дың эксплуатациялық ресурстарын төмендеуін алдын алатын, уақытылы ескертуші шараларын қабылдау мүмкіндігі жоқ. Сол уақытта үздіксіз компьютерлік бақылау жүйесі ТЖ дың эксплуатациялық мінездемелерін өзгеру жылдамдығын қадағалауға, оның қауіпсіз эксплуатациясын ұзарту және жабдықтың кенеттен істен шығуын алдын алу үшін қажет жөндеу жұмыстарының уақыты келгенін болжайды.

Осылайша ТПБАЖ мен ЖДжәнеБАЖ дің бірігіп функционалдауы процессті тек жедел және тиімді жүргізуімен қатар, ТЖ үшін қауіпсіз болады.

ЖД және АБЖ құрудың ең маңызды этаптарының бірі диагностикалық белгілерді анықтап алу болып табылады, ол белгілердің көлемі және ақпараттылығы жобалау және монтаждау кезінде қабылданған ерекшеліктерін, прототип-объектілерін эксплуатациялау тәжірибелерін және диагностика объектілерін эксплуатациялау шарттарының ерекшеліктерін ескеру керек [1].

Диагностикалық белгі (ДБ) – бұл объекттің күйін анықтау үшін белгілі бір ретпен қолданылатын, объектті диагностикалау белгісі. Белгілі бір түрдегі әр топтағы жүйелер үшін оның күйін сипаттайтын көптеген белгілерді көрсетуге болады. Көптеген ДБ өзінің бағытталуы бойынша бір мезетте диагностикалық және де функционалды қолданылуының белгісі болып табылады. Осы айтылған белгілерді тікелей өлшеуге болады, және де оларға жүйенің функционалдауында дефект немесе істен шығуын сипаттайтын шектерінен шығуын білдіретін мүмкін нормаларды орнату оңай болады[1].

Уақыт бойынша ДБ-ң өзгеру заңдылықтары, объекттің техникалық күйінің параметрлерінің өзгеру заңдылықтары аналогты болып келеді. Жұмыс барысында ДБ біршама жұмыс аралығында бастапқы мәнінен шекті мүмкін мәніне жетеді. ДБ ағымдағы мәнін өлшей отырып, және де объекттің эталонды күйінің белгілерімен салыстыра отырып, сол мезеттегі объекттің техникалық күйін анықтауға және де келесі куйін болжауға болады. ДБ номенклатурасын, шектік және мүмкін мәндерін өндіруші-зауыттар орнатып, дайындайды және де техникалық құжаттарында көрсетеді. Әдетте диагностикалық қорытынды үшін көптеген ДБ талдау талап етіледі. [2].

Жалпы жағдайда ЖДжәнеБАЖ құру үшін келесі өзара байланысқан есептерді шешу қажет. ДБ жиынтығы бойынша функционалдауының дұрыстығын және жұмысқа қабілеттілігін тексеруге мүмкіндік беретін, объекттің функциоаналдауын диагностикалайтын математикалық үлгіні құру. Істен шығу және бұзылуларды анықтауға мүмкүндік беретін, олардың туындау себептерін анықтайтын, бұзылу және істен шығу математикалық үлгіні құру. Қарапайым тексерулердің жиынтығы арқылы диагностикалау алгоритмін қалыптастыру. Олардың нәтижесінде бұзылуларды және істен шығуды анықтау есебінде бұзылмаған немесе жұмысқа жарамды күйін ажыратуға, дұрыс функционалдау күйін оның дұрыс емес күйінен ажыратуға мүмкіндік береді, ал бұзылулар және істен шығу ды іздеу есептерінде ахаулары бар және жұмысқа жарамсыз күйін өз арасында ажыратуға мүмкіндік береді[2].

Аталған есептерді шешу үшін әр түрлі математикалық үлгілер қолданады. Жұмысқа қабілеттілігін және дурыс функционалдауын тексеруге мүмкіндік беретін, үлгілерді құру кезінде сызықты және сызықсыз теңдеулер жүйесін қолданады. Бұзылулар және істен шығу үлгілерін тұрғызу үшін ДБ және техникалық күйлер арасындағы себепті-салдар байланыс графтар және істен шығу тармақтары түріндегі топологиялық үлгілер қолданады. Диагностикалау объктілердің үлгілері диагностикалау алгоритмін құрылуының негізі болып табылады. Диагностикалау алгоритмінің

құрылуы мынандай тексерулер жиынтығын таңдауынан жүзеге асады: нәтижелер бойынша жарамды, жұмысқа қабілетті күйді немесе функционалдау күйіне қарама қарсы күйді ажыратуға мүмкіндік береді, сонымен қатар өз арасында ахаулар (деффект) түрлерін ажыратуға мүмкіндік береді[2].

Жүйенің күйі оның белгілерін (параметрлерін) анықтайтын жиынтықтан сипатталады. Көптеген анықтаушы белгілер әр түрлі болуы мүмкін, біріншіден анықтап тану есебімен байланысты. Жүйенің күйін анықтап тану – мүмкін диагноздардың (класстардың) біреуіне жатыстыру. Диагноздардың саны зерттеудің мақсаты мен есептерінің ерекшеліктеріне байланысты болады[1].

Техникалық диагностиканың көптеген есептерінде диагноздары алдын ала орнатылады, және де осы шарттарда анықтап тану есептерін жиі классификация есептері деп атайды. Анықтап тану процессіндегі әрекеттердің тізбектелген жиынтығын анықтап тану алгоритмі деп атаймыз. Анықтап тану процессінің маңызды болігі жүйенің күйін сипаттайтын диагностикалық белгілерді (ДБ) таңдау болып табылады. Олар жеткілікті түрде ақпараттандырылған болуы тиіс, себебі таңдап алынған диагноздардың ішінде анықтап тану процессі жүзеге асырылуы тиіс. Статикалық мәліметтерді жинақтау бойынша ДБ тізімі ақауларды анықтап тану шешуші ережелерін жетілдіріп және дәлірек табу керек [3].

Анықтап тану есебінің екі негізгі әдісі бар: ықтималдылық және детерминирленген. Ықтималдылық әдістері алдын ала ақпараттардың ұлкен көлемде талап етеді. Детерминирленген әдістер анықтап тану процессінің маңызды жақтарын қысқаша түрде сипаттайды, артық, аса бағалы емес ақпаратқа тәуелділігі аз, адамның ойлау қабілетінің логикасына сәйкес көбірек келеді. Бірақ детерминирленген әдіс ТЖ - ның физика-химиялық құбылыстарда өтетін сапалы және көлемді түрдегі заңдылықтарды білуді талап етеді, бұл әдетте жиі мүмкін емес болады. Техникалық диагностиканың маңызды ерекшеліктерінің бірі тиянақты шешім қабылдау үшін белгілі бір әдістер мен ережелерге сәйкес басшылық ете отырып, шектеулі ақпараттар шарттарында ақауларды анықтап тану болып табылады.

Осы шарттарында анықтап тану есептерінде қазіргі заманғы интеллектуалды технологияларды (ИТ) қолдану ең перспективті жолы болуы мүмкін. Қазіргі уақытта тәжірибеде келесі ИТ жиі қолданылады: анық емес логика, нейронды желілер және нейро-анық емес желілер. Бұл мақалада [4] технологиялық процесстерді басқару жүйелерін құру кезіндегі интеллектуалды технологияларды қолдану әдістемесі ұсынылған. Бірақ бұл әдісті сонымен қатар технологиялық жабдықтардың күйін диагностикалау жүйесін құру кезінде қолдануға болады. Себебі объекттердің техникалық жағдайларын диагноз қою процессін зерттеу, өңдеу және жүзеге асыру кезіндегі есептерді шешу басқару процесстерін жүзеге асыру, өңдеу және зерттеу кезіндегідей [5].

Зерттеулердің нәтижесінде интеллектуалды технологияларды технологиялық процесстің өзінің үлгісін емес, ***процессті тиімді басқару үлгісін*** тікелей құру кезінде қолдануға болады. Яғни қарастырылып отырған технологиялар мына аталған дәстүрлі тізбекке қарағанда басқару алгоритмдерін бірден құруға мүмкіндік береді: ***процесстің үлгісін құрылымын өңдеу → объектте экспериментальды зерттеулерді жүргізу → үлгіні идентификациялау → тиімділеу есептерді қалыптастыру → тиімділеу әдісін таңдау → тиімді басқарудың алгоритмін құру.*** Дәстүрлі әдіс ұзақ уақытты (кейде бірнеше жыл), көп қаражат қажетті және тиімді басқару жүйесін құру жолында әрдайым сәтті емес жол болып саналады.

ИТ қолдану осыған ұқсас есептерді дереу шешуге мүмкіндік береді, және де тәжірибе көрсеткендей сәтті шығады. Жасанды интеллект әдістері пәндік облыспен жақсы таныс, эксперт-адамдардың интуициясын, тәжірибесін және білімін қолдануды ұсынады. Яғни мұнда "дайын білімдер" эффектісі қолданылады. Математикалық үлгіні құру (жүйенің негізгі компонентін) осыған қарағанда "жаңа білімдерді"құру процессі болып табылады, сондықтан теориялық зерттеулерді жүргізу үшін көп уақыт талап етіледі және де экспериментальды зерттеулер мен үлгіні идентификациялауды жүргізу үшін материалды және еңбек шығынын қажет етеді.

Сонымен қатар тәжірибелі оператор-технологтар ұзақ жылдар бойы жұмыс жасаудың арқасында әр түрлі жағдайларда технологиялық процесстерді тиімді режимдерде жұмысын жүргізуге үйренген. Эксперт - адамдардан "дайын білімдерді" интеллектуалды жүйенің білім базасына беру интеллектуалды жүйені құруды жеңілдетеді, ал оларды іске асыру процессті басқару кезінде "адами факторды" (бұл адамның организмінің қасиеттері: шаршау, жеткіліксіз түрдегі реакция, жеткіліксіз психикалық тұрақтылық, біріңғай жұмыс кезінде ұйқтағыштық, жас операторлардың жұмыс тәжірибесінің аздығы жіне т.б.) эффектісін болмауын мүмкін етеді.

Жұмыстың негізгі идеясын қолдана отырып (технологиялық процесстің үлгісін өңдеуге қарағанда оны басқару процессін үлгілеу тиімдірек) және ИТ әдістерін дамыта отырып, біз

технологиялық процесстердің тиімді басқару жүйелерін құрудың келесі үш этапты процедурасын ұсынамыз.

Бірінші этапта әдебиеттер, ағымдағы басылымды мақалалар және зауыттың техникалық құжаттары бойынша басқару объектісінің технологиялық ерекшеліктеріне априорлы зерттеулер жүргізіледі. Ережеге сәйкес жұмыс жасаушы технологиялық процесстер өндіріске енгізілмес бұрын, ұзақ уақытты ғылыми зерттеулерден, тәжірибе-өндірістік және өндірістік сынақтардан өтілуі тиіс болған. Сондықтан міндетті түрде осы зерттеулердің материалдары қалуы мүмкін еді, сонымен қатар осы процесстің математикалық үлгілерді құруының амалдарының материалдары болуы мүмкін. Осы ақпараттың бәрін ұқыпты түрде талдап және интеллектуалды басқару жүйелерін құру кезінде қолдану қажет. Бұл гибридты басқару жүйелерін (ГБЖ) құру мүмкіндігі кезінде маңызды болады.

Осы этапта сонымен қатар кіріс және шығыс, басқарылатын және басқарылмайтын, бақыланатын және бақыланбайтын айнымалыларды анықтап, зерттелінетін процессті басқару объектісі ретінде талдау қажет. Және де бұл жерде әр түрлі каналдар бойынша объекттің иннерциялылығын, объект классын (үзіліссіз немесе дискретті), объекттің айнымалылары туралы толықтыру дәрежесі, объекттің айнымалыларының өзгеру жұмыс диапазонын бағалау қажет.

Бар ақпаратты мұқият талдап болған соң болашақ басқару жүйесінің құрылымын құрастыру керек, бұл ары қарай оның жұмысын жеңілдетеді.

Екінші этапта басқару процессінің үлгісі құрылады. Тәжірибелі эксперттер (технолог - операторлар, немесе зауыттың цехтың ИТЖ) арқылы алдын ала белгілі және соған жетуге талпынатын басқарудың негізгі мақсаты (тиімділеу есептеріндегі мақсаттық функцияның аналогы) анықталынады. Сосын ранжирлеу әдісімен барлық айнымалылар түрінің тізбегінен эксперттердің көзқарасы бойынша бұл объектісі (процесс) үшін негізгісі болып табылатынын ажыратамыз.

Екінші этаптың негізгі есебі толық факторлы эксперименттің (ТФЭ) жоспарлау матрицасын құру болып табылады. ТФЭ матрицасы көмегімен объекттің (процесстің) басқару үлгісі құрылады. Мысалы үш деңгейлі факторлар үшін екі кіріс айнымалылар кезінде факторлар санының мүмкін тіркестерінің толық саны $N=3^2=9$ тең, ал үш айнымалылар үшін – $3^3=27$ және т.б.

Мысалы екі кіріс айнымалылар үшін ТФЭ жоспарлау матрицасы 2 кестеде келтірілгендей құрылады. 2 түрдегі кесте интеллектуалды жүйелерді құру үшін негіз болып саналады, себебі оларда нақты бір пәндік облыстың эксперт – адамдарының көп жылғы тәжірибесі, білімі, интуициясы жинақталған. ТФЭ матрицасының сапасынан барлық басқару жүйесінің жұмыс тиімділігі тәуелді болады.

0,0; 0,5; 1,0 шамалар X_1 және X_2 кіріс айнымалыларының орташа, минимал және максималды мәндерін білдіртеді. Экспертке тек өзінің тәжірибесін, білімін және интуициясын ескере отырып $Y^э$ (басқарушы әсердің) шығыс айнымалысының мәндерін 0,0 ден 1,0 диапазонында қойып шығу керек. Кіріс және шығыс айнымалылардың 0 ден 1 ге дейінгі диапазонындағы нормаландыру келесі формуласы бойынша жүргізіледі:

$$\bar{x} = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \qquad (1)$$

мұнда: $\bar{x}$ - кіріс және шығыс айнымалының нормаландырылған (0 ден 1 ге дейінгі) мәні; x – айнымалының ағымдағы мәні; x_{min}, x_{max} – айнымалының минималды максималды мәні.

2-кесте. **ТФЭ жоспарлау матрицасы**

Эксперимент №	X_1	X_2	$Y^э$ эксперта бағасы
1	0,0	0,0	
2	0,0	0,5	
3	0,0	1,0	
4	0.5	0,0	
5	0.5	0,5	
6	0.5	1,0	
7	1,0	0,0	
8	1,0	0,5	
9	1,0	1,0	

Эксперттер үшін кітаптар мен оқулықтардағы ұсынылғандай анық емес өнімдердің ережесін құрғанша, эксперименттерді жоспарлау матрицасын толтыру ыңғайлырақ. Және де мұнда экспертке

шексіз сөздерді («өте көп», «өте-өте аз», «калыпты жағдай» және т.б.) шығарып жатудың қажеті жоқ, ол 0,0 ден 1,0 ге дейінгі диапазонында шығыс айнымалынын мәнін қояды. Бұл жерде ТФЭ жоспарлау матрицасы басқару үлгісін құруда төрт әр түрлі әдістер үшін қолданылуы мүмкін: экспериментті жоспарлау, эксперттік жүйелер, нейронды желілер, нейро-анық емес алгоритмдер.

Бәрімізге мәлім экспериментті жоспарлау классикалық әдістеріне қарағанда эксперт көмегімен ТФЭ жоспарлау матрицасын құрастыру бұл процедураны жылдамдатады және арзандатады. Эксперттер реалды түрде жүргізілетін активті қымбат эксперименттердің орнына "ойша эксперимент" деп аталатын экспериментті жүргізеді. Активті эксперимент кезінде жұмыс жасаушы өндіріс шарттарында минималды мәннен максималдыға және керсінше айнымалылардың өзгеруі кезінде авариялық жағдайларды туындау мүмкіндігінен өткізу мүмкін емес. Сонымен қатар өндірістерде ТФЭ жоспарлау матрицасына сәйкес айнымалыларды өзгерту мүмкіндігі жок.

Y_i шығыс мәндері басқарушы айнымалылары болып саналатынын атап айту кререк, сондықтан жоспарлау матрицасы эксперттердің жоспарлаған кіріс айнымалыларының кешені үшін процессті басқару үлгісін бейнелейді. Кіріс айнымалыларының аралық сәйкестендіру (мысалы, X_1=0,21 және X_2=0.74 үшін) кезінде мәндерді есептеу үшін процессті басқару үлгісін синтездеу қажет, бұл екінші этаптың басты есебі болып саналады.

Интеллектуалды үлгілермен бірге зерттеулердің бірінші этаптарында анықталған белгілі математикалық тәуелділіктерді бірге қолданған тиімдірек болады.

Үшінші этапта құрылған басқару үлгілерді зерттеу жүргізіледі. Ол үшін келесі шаралар жүргізіледі.

Алынған үлгілер мұқият зерттеулерден өтіп, оларды сезімталдыққа, тұрақтылыққа, біріғайлылыққа талданады. Ол үшін кіріс айнымалыларды әртүрлі өзгерістер кезінде басқару процессін үлгілеу жүргізіледі, кіріс айнымалыларды өзгерту кезінде шығыс айнымалыларының өзгеруінің қисықтары тұрғызылады және оларды эксперттермен бірге талдау жүргізіледі.

Әр түрлі әдістермен алынған үлгілерді зерттеу аяқталған соң, оларды адекваттылыққа салыстырмалы талдауы жүргізіледі. Ол үшін құрылған үлгілер көмегімен ТФЭ жоспарлау матрицасынан алынған, кіріс айнымалылар мәндері кезіндегі шығыс айнымалылар есептелінеді және де эксперттердің бағасымен салыстырылады. Сосын әр түрлі амалдармен үлгілеу қателік шамасын есептеуге мүмкіндік беретін, салыстыру матрицасы қалыптасады. Мысалы, пайызбенен абсолютті қателігі мына формуламен есептелінеді:

$$\delta = 100\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}| Y^э - Y^p |, \qquad (2)$$

мұндағы $Y^э$ және Y^p - шығыс айнымалылардың эксперименталды және есептік мәндері.

Абсолюттік қателігі әр түрлі төрт амалдармен алынған үлгілер үшін есептелінеді, сосын олардың салыстырмалы талдауы жасалынады. Абсолюттік қателігі ең азы адекватты болып саналады.

Адекваттылығы жоғары үлгі жұмыс жасаушы өндіріс шарттарында имитациялық сынақтан өтуі тиіс. Мұнда үлгі кірісіне өндірістік агрегаттың өлшегіш аппаратурасынан алынған, реалды кіріс айнымалыларын береді, ал үлгілеу нәтижелері (шығыс басқарушы айнымалы) тәжірибелі технолог-операторларының жұмысымен іске асырылатын реалды басқару мәндерімен салыстырылады. Имитациялық сынақтардан қанағаттанарлық нәтиже алынғаннан кейін, өндірістік контроллерге үлгінің интеграциясы жүргізіледі. Кері жағдайда барлығы қайтадан басталады – бірінші этапқа қайта оралып, үлгінің параметрлерін қайта анықтаймыз.

Жоғарыда айтылғандай технологиялық процесстерін басқару жүйелерін құру үшін интеллектуалды технологияларды қолдану әдісін сонымен қатар ТЖ ахауларын анықтап тану есептері үшін де қолдануға болады. Жаңажамбылдық фосфорлық зауыттың (ЖЖФЗ) шарттарында сары фосфор өндірісін қамтамасыз ететін, ТЖ ахауларын идентификациялау үшін ТФЭ жоспарлау матрицасын қалыптастыру мысалында интеллектуалды технологияларды қолдануды қарастырайық.

Сары фосфорды өндіру бойынша ЖЖФЗ ның технологиялық инструкцияларында ТЖ жұмысында мүмкін ахаулардың түрлері көп және оларды жою амалдары қарастырылған. Олардың бірнешесін қарастырайық (3 кесте).

3-кесте. **Жұмыстағы мүмкін ахаулар және оларды жою амалдары**

№	Ахаулардың түрлері және белгілері	Ахаулардың мүмкін себептері	Персоналдың әрекеттері және ахауларды жою амалдары
…	…	…	…
5	Электропештің қақпағының астының температурасының ұлғаюы	1. Жүктейтің ағын-дардағы шихтаның тұрып қалуы 2. Шлакты уақытынан тыс ұстап қалу 3. Қысқа электродтар 4. Шихтада кокстың артық болуы 5. электродтың ахауы	1. Тұрып қалған шихтаны ағынын анықтау және оны инструкцияға сәйкес “тесу” 2. Кокстың максималды түрде жою үшін шлак ағызып тастау 3. Электродты өшіріп қайта қосу 4. Кокспен азайтылған шихтаны “жууға” беру 5. Цех технологының айтылуы бойынша әрекет ету
6	Пештің крышкасы-ның астындағы тем-пературасы шектік мүмкін мәнінен төмендеуі	1. Шлакта P_2O_5 тің үлкен көлемде болуы 2. Электропештің қуатының төмендігі	1. Шихтаны түзеу 2. Мүмкіндігінше қуатты көтеру. Қажет уақытында электродқа щихтаның динамикалық жүктемесін бірқалыптылығын бұзбай, ағылу секторлық затворларын жабу.
…	…	…	…
10	Су деңгейін “жұм-сатылған су” ыды-сында төмендету.	1. Бір немесе бірнеше салқындатқыш элементтердің күйіп кету нәтижесінде сулың ағып кетуі	1. Электропешті өшіру 2. күйген орнын анықтап және оны ауыстыру немесе сәйкес элементті өшіру
…	…	…	…

Техникалық жүйенің үш күйін ажыратамыз [9]:

1. Іске жарамдылық күй – бұл техникалық құжаттарда көрсетілгендей мәндері бар параметрлерімен, тапсырылған функцияларды техникалық жүйе орындауға қабілетті күйді айтамыз.

2. Іске жарамды, бірақ ахаулары бар күй – бұл өзінің негізгі функцияларын орындай алуға мүмкіндігі болғанмен, бірақ техникалық құжаттардың барлық талаптарына жауап бере алмайтын техникалық жүйенің күйін айтамыз.

3. Істен шығу – бұл жүйенің іске жарамдылық күйінің бұзылуының, яғни тапсырылған функцияны орындауға мүмкіндігі жоқ күйедегі оқиғаны айтамыз.

Осы классификацияға сәйкес №6 ахауды техникалық жүйелердің екінші топтағы – “іске жарамды, бірақ ахаулары бар” күйге жатқызуға болады. №10 ахауды үшінші “істен шығу” тобына жатқызуға болады. №5 ахауы істен шығу тобына жақынырақ деп айтуға болады, бірақ екінші топтағы күйдегі белгілері де бар.

ТЖ үшін ең қауіптісі істен шығу күйі, сондықтан техникалық жүйенің үшінші топтағы күйін қарастырайық. Істен шығу – бұл сенімділік теориясының негізгі түсінігі. Объектіге көптеген объективті және субъективті факторлардың әсер ету нәтижесінде істен шығу орын алады.Бұл факторларды толығымен ескеру қиындық туғызады [9].

Істен шығулардың классификациясы

1. пайда болу себептері бойынша істен шығуларды төмендегідей ажыратады:

- *конструкциялық*, конструкциясының жетіспеушілігінен туындайды;
- *технологиялық,* бұйымды дайындау технологиясының бұзылуынан немесе жетілдірілмегендіктен;
- *эксплуатациялық*, қате эксплуатация нәтижесінде туындайды.

2. Техникалық жүйенің жұмыс қабілеттілігіне әсер етуі бойынша істен шығуларды төмендегідей ажыратамыз:

- бұзылуын шақыратын, жүйенің істен шығу элементтері;
- істен шығуын шақыратын, жүйенің істен шығу элементтері.

3. Басқа элементтердің қарсы шығу байланыстары бойынша:

- тәуелді қарсы шығуларға;
- тәуелсіз қарсы шығуларға.

4. Кездейсоқ туындауы бойынша:
- кездейсоқ (мезеттен пайда болу);
- біртіндеп пайда болу (жүйелі).

Әрине [9] ұсынылған классификациясы (кез келген классификация секілді) шартты сипаты бар, себебі істен шығуларды кейде оның бірнеше түрлеріне жатқызуға болады. Мысалы, №5 бұзылуды бір уақытта "қарсы шығулар" және "жұмысқа жарамды, бірақ ахаулары бар топтарына жатқызуға болады. Ол конструкциялы және де эксплуатационды себептермен кездейсоқ немесе біртіндеп пайда болуы мүмкін.

Сонымен қатар жоғарыда айтылған бұзылулар "апатты жағдайларды ескертетін" сипатта болып келеді, яғни болған аппаттық жағдайды ғана айтады, бірақ оның алдын ала пайда болатынын жоспарлап айта алмайды. Бұзылулырадың белгілерімен себептерін сапалы (сандық емес) бағалау нақты бір жағдайды аппаттыққа жақын екенін "есептеуге" мүмкіндік бермейді. Мұндай бағалауды есептеу үшін (барлық техникалық диагностикалау оқулықтарында, сонымен қатар [2] авторларында) диагностикалау объектісінің функционалдауының математикалық үлгісін құрып, бұзылулар және қарсылықтардың математикалық үлгісін құрып және диагностикалау алгоритмдерінің тұрғызу қажет.

Бірақ (осы мақаланың 2 п. айтылғандай) мұндай жол жедел диагностикалау жүйесін құруда ұзақ, қымбат және де кейде сәтсіз де аяқталуы мүмкін. Басқару жүйесін құру кезіндегі әдісті қолданайық, яғни диагностикалау объектілерінің математикалық үлгілерінің және қарсылықтардың үлгілерін құрудың орнына қазіргі кездегі интеллектуалды технологияларды қолданып, диагностикалау алгоритмін құруға кірісеміз. ИТ қолдану мұндай есептерді шешуге мүмкіндік береді және де тәжірибе көрсеткендей (мысалы, [4-8]) өте сәтті болады. Яғни бұл жағдайда адамдар эксперттерінен алынған "дайын білімдер" эффектісі қолданылады.

Ұсынылып отырған диагностикалау алгоритмін құру әдістемесі негізіне (2. Пунктті қараңыз) өнімдердің дәстүрлі ережелерінің орнына ТФЭ жоспарлау матрицасы құрайды. №5 бұзылуын диагностикалау мысалында ТФЭ жоспарлаудың матрицасын қалыптастыру әдістемесін қарастырайық.

Пеште температураның өзгеруі қалыпты жағдай, ол "сезімтал реттегіш" электродтардың терең енуі немесе жоғары көтеру көмегімен реттелінеді немесе "қатаң реттеу" трансформатордың сатыларын ауыстыру арқылы реттелінеді, және де жүктелінетін шихтаның физикалық және химиялық қаситеттерінің бірқалыпсыздығынан түсіндіріледі. Бірақ, егер температура шектік деңгей мәнінен жоғарлап кетсе және басқару жүйелері көмегімен төмендету мүмкін болмаса, онда бұл аталған бес себептері бойынша апаттық жағдайдың туындау туралы мәліметті баяндайды. Яғни белгілі бір шектік мәндерде температураның өзгеруі басқарушы әсер арқылы орындалса, онда пештің теникалық жағдайы қалыпты дегенді білдіреді және де пеш (ТПБАЖ) басқару жүйесінің әрекет етуші сферасында. Сонымен қатар, егерде температура шектік деңгейден асып кетпесе де, бірақ температураның төмендеуіне нұсқау беретін басқару жүйесіне "бағынбаса", онда бұл апаттық жағдайдың жақындауы туралы мәліметті нұсқап және ЖД және АБЖ – диагностика көмекші жүйесін әсер ету сферасына өту қажеттілігін білдіртеді.

[10] жұмыста басқарушылық дәрежесін бағалау көмегімен, қайта құрылатын техникалық жүйені бағалау әрекеті жасалынып көрілді. Мұнда сол критерийді ТЖ ағымдық күйінің жағдайы бойынша әрекет етуші техникалық жүйені бағалау үшін қолдануға болады. Яғни диагностикалық белгі (ДБ) ретінде технологиялық жабдықтың ағымдық басқарушылық көрсеткішін қолдану. Мұны ТЖ басқарушылық әсерлеріне, кіріс шығыс айнымалыларын бағалау және басқаруға мүмкіндік беретін, ТПБАЖ негізінде жасауға мүмкіндік бар.

Осылайша ТЖ басқарушылық дәрежесін анықтау аппаттық жағдайдың пайда болу мүмкіндігін бастпақы уақытында да анықтауға мүмкіндік береді. Калманның анықтамасына сәйкес [11] басқарушылық дегеніміз (бастапқы келісім шарттылықты жою) басқару әсерлері бар жүйенің қасиетімен түсіндіріледі, ол жүйені белгілі бір уақыт аралығында белгіленген бастапқы жағдайынан талап етілетін жағдайға өтуге мүмкіндік береді. [10] жұмыста ТЖ басқарушылығын анықтаудың көптеген әдістеріне терең талдау жүргізілген, бұл барлық әдістер өте күрделі және басқару объектісінің статикалық және динамикалық мінездемесін білуді талап етеді және де бұл әрдайым мүмкін емес. [10] жұмыста қазіргі интеллектуалды технологиялардың көмегімен оператор технологтардың тәжірибесін, білімін және интуициясын қолдана отырып, біз ТЖ басқарушылық дәрежесін бағалау әдістерін келтірдік.

ТЖ ағымдық басқарушылық дәрежесін анықтау үшін келесі критерийлерді қолдану ұсынылады: басқару каналдарының статикалық бағасы, ТЖ инерциялдылығының бағасы, ТЖ бөгетке тұрақтылығының бағасы және ТЖ өлшеулілігінің бағасы. ТЖ өлшеулілік және бөгетке тұрақтылылық критериі уақыт бойынша әлсіз өзгергендіктен, оларды ТЖ жалпы басқарушылық бағалауында ескермеуге де болады.

Мысалы ретінде №5 ахаулары үшін ТЖ басқарушылық дәрежесін бағалау әдісін қарастырайық.

Және де осы арада статикалық бағалау ретінде келесі айнымалыларды аламыз:

- электр пешінің қақпақ астындағы температурасы (X_1);
- электродтардың ену тереңдігінің шамасы (X_2);
- температура көтерілген мезетінен бастап трансформатордың сатыларының қосылу фактісі (X_3).

Динамикалық бағалау ретінде келесі көрсеткіштерді қабылдаймыз:

- температураның көтерілу жылдамдығы (X_4);
- “Электродтың ену тереңдігі – пештегі температура” каналы бойынша объекттің инерциялдылығы (X_5), бұл басқарушылық әсер етушіге (электродтың ену тереңдігі) ТЖ реакция уақыты (пештегі температура).

Шығыс айнымалы бұл басқарушылықтың жалпы бағасы (Y).

Барлық осы айнымалыларды (трансформатордың сатыларын ауыстыру фактісінен басқасын) (1) формула көмегімен нормализациялауға болады, ол олардың мәндерін минималдыдан максималдылыққа [0-1] диапазонында өзгеруін бағалауға мүмкіндік береді. X_3 айнымалысы тек екі мәнді ғана қабылдайды: 1 (сатыларды ауыстыру болды) және 0 (сатыларды ауыстыру болған жоқ).

Барлық статикалық және динамикалық басқару каналдарының критерийлері пештің қуатына тәуелді өзгеретіндігін ескеру қажет. Сондықтан Wi қуаттың әр бір мәні үшін жеке жеке ТФЭ жоспарлау матрицасын қалыптастыру қажет.

Енді ең маңыздысына кірісуге болады – ЖЖФЗ фосфорлық зауыттың өндіріс цехінің ИТҚ немесе тәжірибелі – технологтардың білім базасын қалыптастыру немесе өнімнің ережелерін құрастыру. Мысалы, ережелер келесідей түрде болуы мүмкін:

1 Ереже: «Егер температура минималды» және «электродтың ену тереңдігі минималды» және «Сатыларды ауыстыру болған жоқ» және «Температураның өзгеру жылдамдығы минималды» және «Объекттің инерциялдылығы төмен» онда « Басқарушылық дәрежесі жоғары»;

2 Ереже: «Егер температура максималды» және «Электродтың ену тереңдігі максималды» және «Сатыларды ауыстыру бар болған» және «Температураның өзгеру жылдамдығы максималды» және «Объекттің инерциялдылығы жоғары» онда «Басқарушылық дәрежесі төмен»;

3 Ереже: «Егер температура орташа» және «Электродтың ену тереңдігі орташа» және «Сатыларды ауыстыру болған жоқ» және «Температураның өзгеру жылдамдығы орташа» және «Объекттің инерциялдылығы орташа» онда «Басқарушылық дәрежесі орташа»; және т.с..

Осы өнімнің ережелерін эксперттермен “ойша экспермент” деп аталатын эксперимент жүргізіп, ТФЭ жоспарлау матрицасы түрінде қалыптастыруға өте ыңғайлы, онда осы үш ереже үшін жоспарлау матрицасы төмендегідей түрде болады (4 кестені қарау).

4-кесте. **Wi қуаты үшін басқарушылық дәрежесін бағалау үшін арналған ТФЭ-ң жоспарлау матрицасы.**

Эксперимент №	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
1	0	0	0	0	0	1
2	1	1	1	1	1	0
3	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5

Айнымалыларды 0, 0.5 және 1.0 үш деңгейлі бағалау кезінде толық факторлық экспериментті жүргізуді қамтамасыз ету үшін эксперименталды нүктелер саны $N=3^5=153$ тең болады. Бірақ 0.0, 0.25, 0.5, 0.75 және 1.0 бес деңгейлі бағалауды қолданған жөн, онда нүктелер саны $N=5^5=2625$ ке тең болады. Бірақ мұндай өте көп экспериментті жүзеге асыру қиынға соғады, мұндай жағдайда эксперитменталды нуктелер саны азырақ кезіндегі [4] бөлшектелген факторлық экспериментті (БФЭ) орындауға болады. Және де диагностика көмекші жүйесіне қарағанда, басқару жүйесі үшін интеллектуалды моделдер дәлдігі аса жоғары болуы тиіс екенін ұмытпау қажет. Сондықтан диагностика жүйесі үшін БФЭ кезінде нүктелер саны пешті басқару жүйесінін нүктелер санына

қарағанда анағұрлым аз болуы мүмкін. Бірақ қандай болмасын, “ойша эксперимент” көп жасалған сайын, диагностикалау алгоритмінің интеллектуалды моделі дәлірек болады.

ТФЭ жоспарлау матрицасын интеллектуалды моделдердің үш түрінен біреуін синтездеу үшін қолдануға болады. Интеллектуалды моделдердің үш түрі: анық емес, нейрожелілік немесе нейро-анық емес. Ары қарай алынған интеллектуалды моделдерді сезімталдылыққа, тұрақтылыққа, біріңғайлылыққа және адекваттылыққа зерттеу жүргізіледі. Осы моделдердің үшеуінің ең жақсысын ЖД және АБЖ – диагностика көмекші жүйесін құру кезінде қолдануға болады.

Ары қарай басқарушылық дәрежесін бағасына тәуелді ТЖ ағымдық күйін аппаттық жағдайға (№5 ахау үшін) жақындау дәрежесінің келесі бағалау градациясын мысал ретінде қарастырайық:

а) егер Y мәні 0 ден 0,25 дейінгі аралықта жатса - онда аппаттық жағдай туындады;

б) егер Y мәні 0,26 дан 0,5 дейінгі аралықта жатса – бұл аппаттық алдындағы жағдай;

в) егер Y мәні 0,51 ден 0,75 дейінгі аралықта жатса – аппаттық жағдай ттуындауы мүмкін;

г) егер Y мәні 0,76 ден 1,0 аралығында жатса – пеш калыпты жағдайда.

Пештің басқарушылық дәрежесінің бағасының шамасына тәуелді ЖД және АБЖ келесі шешімдердің біреуін қабылдауы мүмкін:

(г) жағдайында – ешқандай шара қолданбау;

(в) жағдайында – басқарушылықтың төмендеуінің мүмкін себептеріне талдау жасау: жүктеу ағындарда шихтаның тұрып қалуы; шлакты ұзақ ұстау; қысқа электродтар; шихтада кокстың артық болуы; электродтың опырылуы;

(б) жағдайында – талдаудың нәтижесіне байланысты келесі әрекеттердің біреуін орындау: тұрып қалған шихтаның ағынын анықтап, интрукцияға сәйкес “тесу”, кокты максималды жою үшін шлакты ағызып жіберу; электродты қайта қосу немесе кокспен жұтаңдатылған, шихтамен “шаюға”беру;

(а) жағдайында - цех технологтың бұйрығы бойынша әрекет ету.

Осыған ұқсас №бұзылулар кезіндегі пештің басқарушылық дәрежесін бағалау үшін де ТФЭ жоспарлау матрицасын ұйымдастыруға болады. № 10 бұзылуды [9] классификациясы бойынша кездейсоқ (кенеттен пайда болатын) топтарға жатқызуға болады, олардың пайда болу себептерін алдын ала болжауға мүмкін емес. Мұндай топтағы бұзылулар сәйкес датчиктермен тіркелінеді, ал оларға деген реакциялары технологиялық инструкцияларда келтірілген және де монитор экранына ЖД және АБЖ көмекші жүйесі көмегімен көшірілуі мүмкін.

Осылайша ТЖ басқарушылық дәрежесін бағалау ұсынылған әдістемесі алдын ала ертерек аппаттық жағдайлардың туындауын болжап және олардың алдын алуға ықпалын тигізеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. М.В. Ионов, М.Н. Краснянский. Автоматизированные системы технической диагностики химико-технологического оборудования // Вопросы современной науки и практики №2 (40). 2012. – Тамбов: Университет имени В.И. Вернадского, с. 66-73..

2. А.Р. Титов, Д.Н. Коркушев, А.В. Широков. Разработка и внедрение интеллектуальной системы диагностики мощных силовых трансформаторов. – Казань: филиал ОАО «Сетевая компания».

3. А.В. Андрейченков. Интеллектуальные информационные системы. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 424 с.

4. Б.А. Сулейменов, Г.М. Мутанов, А.Б. Сулейменов. Интеллектуальные системы управления: теория, методы, средства. – Алматы: Казак университеті, 2012. - 223 с.

5. П.П. Пархоменко. Основы технической диагностики. Кн. I. Модели объектов, методы и алгоритмы диагностики. – М.: Энергия, 1976. – 464 с.

6. B. Suleimenov, B. Muhanov. Development of an optimal control system for smelting process in the molten-pool // Elektrotechnichniczny. No/vol:11b/2012, p 124-130.

7. Сулейменов Б.А. Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами. - Алматы : Шикула, 2009, - 320 с.

8. Б.А. Сулейменов, Д.Ж. Хамметов. Разработка MES-технологии для для агломерационного отделения НДФЗ // Инженерно-технический журнал «Вестник автоматизации», №33, 2011 г., с. 10-13.

9. А.Н. Тихонов. Основы теории надежности и диагностики. – Барнаул: АлтГТУ, 2008, - 226 с.

10. Б.А. Сулейменов, Г.М. Мутанов. Управление технологическими процессами в цветной металлургии. – Алматы: Гылым, 1997, - 279 с.

11. Kalman R.T. Topicsin Mathematical System Theory. Mc Graw-Hill, New York, 1969.

Сугурова Л.А., Сулейменов А.Б., Джунисбеков М.Ш., Andrzej Antoni Kotyra

Концепция создания интеллектуальной системы контроля и оперативной диагностики состояния технологического оборудования

Резюме. Предложена оригинальная методика разработки интеллектуальных алгоритмов оперативной дагностики на основе оценки степени управляемости технологического объекта. Данная методика предусматривает использование знаний, опыта и интуиций операторов – технологов, представленных в форме матрицы планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ). Причем матрицу планирования ПФЭ опытные операторы – технологи формируют в режиме "мысленного эксперимента", что значительно сокращает трудозатраты и материальные ресурсы.

Ключевые слова: диагностика, автоматизированная система управления, интеллектуальная система, алгоритм, технологический объект.

Sugurova L., Suleymenov A.B.. Dzhunisbekov M.SH, Andrzej Antoni Kotyra

Concept of creating an intelligent system for control and operational diagnostics of technological equipment condition

Summary. Proposed is a concept for creation a system of an automated monitoring and on-line diagnostics of main technological equipment conditions. Monitoring and diagnostics system should work together with the automated control system. In this case, the effects of the optimal management and operational forecasting of the process equipment will complement each other and enhance the overall efficiency of the system. Proposed is the technique for creating diagnostic algorithms with the use of intelligent technologies that will speed up their development and improve the accuracy of the forecast.

Key words: diagnostics, automated control system, intelligent system, algorithm, technological object .

УДК 539.12

А.К. Данлыбаева, М.Б. Еспембетова, А.А. Туякбаев
(КазНУ имени аль-Фараби, Алматы
E-mail: daktolkyn-73@mail.ru; merey_1@mail.ru ; altai_aga@mail.ru.)

РАЗВИТИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОСНОВЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Аннотация. Рассматриваются вопросы солнечной энергетики, применения технологии тонкопленочных солнечных элементов (СЭ) на основе аморфного гидрогенизированного и микрокристаллического кремния.

Рассмотрены достоинства и недостатки СЭ при их использовании.

Представлены решения задачи удешевления солнечной электроэнергии путём перехода на более дешевые тонкопленочные технологии изготовления солнечных элементов.

Приведены ведущие производители тонкопленочных солнечных элементов в Казахстане, России и зарубежом, а также показаны их стратегические задачи.

Изучены принципы работы тонкопленочных солнечных элементов, дана характеристика солнечным элементам на основе кремния (кристаллического, микрокристаллического, аморфного гидрогенизированного), сделан сравнительный анализ между солнечными элементами на основе кристаллического, микрокристаллического и аморфного гидрогенизированного кремния. Подведены итоги и предложены решения проблем использования тонкопленочных солнечных элементов.

Ключевые слова: солнечные элементы, аморфный гидрогенизированный кремний, микрокристаллический кремний, фотовольтаика, фотоэлектрические преоброзователи.

Введение.

В начале XXI века человечество столкнулось с необходимостью решения долгосрочных энергетических проблем, связанных с близкой перспективой исчерпания традиционных источников энергии и ухудшением экологического состояния Земли.

В промышленно развитых странах уделяется большое внимание разработке систем на основе возобновляемых источников энергии, в том числе энергии Солнца. Одним из самых привлекательных и перспективных возобновляемых источников энергии всегда считалась фотовольтаика, т. е. прямое преобразование солнечной энергии в электрическую. А также, по оценкам к 2050 г солнечная энергия может обеспечить 20–25% мирового производства энергии, а к концу XXI века солнечная энергетика должна стать доминирующим источником энергии с долей, достигающей 60% [1].

Для массового применения солнечного излучения необходимо обеспечить очень эффективное его использование и значительно улучшить экономические характеристики солнечных элементов. Перспективным подходом в направлении решения проблемы изготовления дешевых преобразователей солнечной энергии является разработка технологии тонкопленочных солнечных элементов на основе аморфного гидрогенизированного и микрокристаллического кремния.

Вообще, основным материалом для изготовления солнечных элементов в настоящее время является кристаллический кремний, так как он является основным материалом всей твердотельной электроники, и его производство отлажено.

На рынке фотовольтаики доля солнечных элементов и модулей, произведенных на основе кристаллического кремния, сейчас превышает 90%, из которых примерно 2/3 приходится на поликристаллический кремний и 1/3 — на монокристаллический. Столь широкое применение кристаллического кремния в фотовольтаике обусловлено развитой кремниевой технологией вообще и возможностью изготовления на его основе солнечных элементов наземного использования с наиболее приемлемым отношением эффективность/стоимость.

Но, основным недостатком СЭ на основе кристаллического кремния является их высокая стоимость, так как 50% от общей стоимости данных элементов составляет стоимость Si-подложки. При изготовлении СЭ данного вида используется высококачественное сырье, производство которого в настоящее время является очень энергозатратным.

Велики общие потери кремния в результате его обработки и резки. В связи с тем, что монокристаллический и поликристаллический кремний непрямозонные полупроводники и их коэффициент поглощения невысок, для эффективного поглощения солнечного света толщина изготавливаемых из них ФЭПов должна составлять сотни микрон. Это приводит к значительным расходам кремния и высокой стоимости солнечных элементов.

В России в последнее время уделяется большое внимание развитию солнечной энергетики. Свидетельством этому является крупнейший проект строительства завода по производству тонкопленочных солнечных модулей в г. Новочебоксарске. Объем финансирования его составляет более 20,1 млрд. рублей.

В Казахстане тоже большое внимание уделяется созданию отечественного кремниевого производства. Например: АО «Центр инжиниринга и трансферта технологии», ТОО «Мост-СП» и ООО «Институт плазмохимических технологий» (Российская Федерация, г. Новосибирск) 23 февраля 2009 года подписали договор о совместной деятельности в форме консорциума по реализации проекта «Создание предприятия по выпуску тонкопленочных солнечных элементов и систем «СОЭЛ» в Казахстане».

Стратегическими задачами участников консорциума являются развитие солнечной энергетики в Республике Казахстан, разработка и внедрение энергосберегающих технологий.

Для того, чтобы фотовольтаика могла конкурировать с ископаемыми источниками энергии, цена на вырабатываемую ею электроэнергию должна быть снижена примерно в 5–10 раз. Для этого необходимо разработать эффективные, дешевые технологии и конструкции фотоэлектрических преобразователей (ФЭП).

Таким образом, перспективным представляется создание тонкопленочных солнечных элементов на основе аморфного гидрогенизированного и микрокристаллического кремния вместо дорогостоящего кристаллического кремния.

Технология тонкопленочных солнечных элементов

Тонкопленочная технология имеет большие потенциальные возможности для снижения стоимости солнечных модулей. Кроме того, тонкопленочная технология имеет ряд специфических применений, невозможных или затрудненных при использовании кристаллических полупроводников (гибкие модули, полупрозрачные модули и т. д.).

Главное достоинство тонкопленочных солнечных элементов состоит в экономии дорогостоящих полупроводниковых материалов. Технологии тонкопленочных элементов позволяют создавать полупроводниковые структуры на гибких подложках. СЭ на гибкой основе имеют малый вес, монтируются на любой поверхности и могут использоваться для изготовления сумок, чехлов, встраиваться в одежду и т. д.

В настоящее время основными методами получения пленок являются: метод тлеющего разряда в смеси силаносодержащих газов, химическое осаждение из газовой фазы и распыление.

В большинстве промышленных установок используется стандартный плазмохимический метод осаждения на частоте 13,56 МГц.

Суть метода состоит в разложении силаносодержащих смесей в плазме тлеющего разряда до образования активных компонент с последующим их осаждением на поверхности роста. Газ, содержащий кремний, обычно моносилан SiH4 с различными разбавителями, чаще всего с водородом, вводится в вакуумную камеру. Газовый разряд поддерживается электрическим полем, создаваемым с помощью высокочастотного источника питания между двумя плоскими электродами.

Свойства микрокристаллического кремния μ*c*-Si:H очень сильно зависят от методов получения и технологических параметров осаждения [2]. По сравнению с аморфным кремнием микрокристаллический кремний имеет высокую проводимость, большую подвижность носителей тока и большее значение коэффициента поглощения в инфракрасной области спектра [3].

Еще одним преимуществом μ*c*-Si:H по сравнению с *a*-Si:H является стабильность параметров этого материала при внешних воздействиях, например освещении. При этом μ*c*-Si:H может быть получен практически на том же технологическом оборудовании, что и аморфный кремний.

Важнейшую роль в использовании пленок *a*-Si:H для создания солнечных элементов сыграл тот факт, что оптическое поглощение *a*-Si:H в 20 раз превышает оптическое поглощение кристаллического кремния. Для существенного поглощения видимого солнечного света достаточно получить пленки *a*-Si:H толщиной 0,5–1,0 мкм вместо использования дорогостоящих кремниевых подложек толщиной 300 мкм. Кроме того, перспективна и технологическая возможность получать слои аморфного кремния в виде тонких пленок большой площади.

В данной технологии отсутствуют технические потери, связанные с резкой, шлифовкой и полировкой, при изготовлении элементов солнечных батарей на основе монокристаллического кремния. Преимущества солнечных элементов на основе *a*-Si:H по сравнению с аналогичными поликристаллическими кремниевыми элементами обусловлены более низкими температурами их изготовления (573 К), что позволяет использовать дешевые стеклянные подложки с нанесенными на их поверхность прозрачными проводящими оксидами (ТСО), выполняющими функцию электродов токосъема. Данные факторы ведут к снижению срока окупаемости солнечных элементов на основе аморфного кремния, и в перспективе стоимость подобных СЭ будет значительно снижена.

Повышение эффективности солнечных элементов

Для обеспечения эффективной работы солнечных элементов необходимо, чтобы были выполнены следующие требования:

−оптический коэффициент поглощения α активного слоя полупроводника выбирается достаточно большим, чтобы обеспечить поглощение существенной части энергии солнечного света в пределах толщины слоя;

−необходимо, чтобы генерируемые при освещении электроны и дырки эффективно собирались на контактных электродах с обеих сторон активного слоя;

−солнечный элемент должен обладать значительной высотой барьера в полупроводниковом переходе;

−необходимо обеспечить малое полное сопротивление, включенное последовательно с солнечным элементом (исключая сопротивление нагрузки) для снижения потерь мощности (джоулево тепло) в процессе работы;

−тонкие пленки, входящие в состав солнечного элемента, должны быть однородны по толщине на большой площади, чтобы исключить эффект закорачивания шунтирования активной области.

В настоящее время использование солнечных элементов на основе *a*-Si:H не приняло широкого распространения. Для улучшения качества СЭ на основе *a*-Si:H необходимо обеспечить:

−повышение эффективности преобразования солнечного излучения в электрическую энергию;

−увеличение стабильности основных параметров солнечных батарей к длительному действию излучения.

Решение данных проблем связано с развитием методов получения более совершенных по свойствам аморфных материалов и с усовершенствованием структур СЭ на их основе.

Для успешного совершенствования технологии формирования СЭ необходимо проведение исследований по ряду направлений:

−улучшение оптоэлектронных свойств тонких пленок *a*-Si:H, *a*-SiGe:H и μ*c*-Si:H;

−изучение структурно-релаксационных процессов в материалах на основе *a*-Si:H под освещением;

−оптимизация свойств слоев *p*- и *n*-типов, улучшение качества границы раздела между легированными и собственными слоями, исследование возможности использования буферных слоев и слоев с изменяющейся шириной запрещенной зоны по толщине;

−разработка фронтальных материалов для *TCO* и оптимизация границы раздела *TCO*/слой *p*-типа;

−оптимизация технологии формирования «световой ловушки»

−оптимизация морфологии границы раздела и увеличение эффективности отражения тыльного контакта СЭ;

−увеличение скорости осаждения толстых поглощающих слоев при сохранении их качества.

Одним из путей повышения эффективности солнечных элементов на основе *a*-Si:H является усовершенствование технологических процессов, направленное на улучшение оптоэлектронных свойств и уменьшение концентрации дефектов в нелегированном и особенно в легированном слоях аморфного гидрогенизированного кремния. Это позволяет при большем значении длины дрейфа носителей заряда увеличить коэффициент формы ВАХ и соответственно получить более высокий КПД.

Важным аспектом производства солнечных батарей на основе *a*-Si:H является соблюдение техники безопасности. Несмотря на то, что в конечном продукте нет токсичных веществ, в производственном процессе используются токсичные, огнеопасные и взрывоопасные газы — моногерман, фосфин, триметилбор, моносилан, водород и т. д.

Как уже отмечалось во введении, проблемой традиционной солнечной фотоэнергетики является высокая стоимость монокристаллических кремниевых солнечных батарей — основного материала на рынке солнечной энергетики. Стоимость СБ их эффективность влияют на стоимость электроэнергии, вырабатываемой солнечными электростанциями.

Соотношение стоимости «солнечной» и «сетевой» электроэнергии определяет географию экономически эффективной эксплуатации солнечных электростанций в странах с развитыми электросетями. Именно превышение стоимости «солнечной» электроэнергии над «сетевой» (без учёта специальных стимулирующих тарифов для возобновляемой энергетики) в развитых странах сдерживает активное распространение солнечной энергетики. Решить задачу удешевления «солнечной» электроэнергии возможно путём если перейти на более дешевые тонкопленочные технологии изготовления солнечных элементов.

Перспективным путём решения этих проблем является применение гетероструктурных каскадных фотоэлектрических преобразователей на основе аморфного гидрогенизированного кремния и сплавов на его основе.

Открытие в 1976 г. возможности легирования аморфного кремния *a*-Si:H, полученного в плазме тлеющего разряда, положило начало использованию его исключительных фотопроводимых свойств, связанных с сильным поглощением в области длин волн, соответствующих видимой части спектра. Открытие технологических путей получения тонких пленок этого материала и других аморфных гидрогенизированных полупроводников дало мощный толчок развитию новой, крайне необходимой технологии в области возобновляемой энергетики — технологии создания дешевых солнечных элементов.

Эволюция основных технологических принципов производства тонкопленочных кремниевых элементов (низкозатратные технологические процессы, дешевые подложки, другой дизайн модулей и т. д) уже сегодня обеспечивает в лабораторных условиях эффективность сравнимую с элементами на основе поликристаллического кремния, а темпы снижения себестоимости тонкопленочных солнечных модулей значительно выше, чем модулей на основе кристаллического кремния. В настоящее время реальной задачей тонкопленочной фотовольтаики является достижение цены порядка 0,5–0,65 дол./Вт.

По прогнозам экспертов к 2030 г. солнечная фотоэнергетика превратится в большой экономический сектор во всем мире.

В Европе фотовольтаика станет мощной индустрией со значительным экспортным потенциалом. Предполагается, что в ЕС появится от 200 до 400 тыс. рабочих мест при годовом производстве 20–30 ГВт.

А также наиболее значимыми на мировом рынке в области тонкопленочных солнечных элементов на основе аморфного кремния являются зарубежные компании, имеющие собственное производство гетероструктурных тонкопленочных фотопреобразователей.

Например, ведущими производителями каскадных тонкопленочных солнечных элементов на основе кремния в мире являются фирмы «Sharp», «BP Solar», «Shell Solar», «Sanyo», «RWE Schott», «Oerlikon Solar», «Applied Materials», «Santech», «Kaneka».

Все эти фирмы уже много лет производят тонкопленочные фотопреобразователи для солнечных модулей с использованием метода осаждения аморфного гидрогенизированнного кремния в плазме тлеющего разряда и прогрессивных пострстовых технологий.

Заключение.

Подводя итоги по тонкопленочным СЭ можно сказать, что в этой области необходимо:

1. Увеличение КПД модулей с сегодняшних 6–8 % до 14–15 %.
2. Дальнейшее исследование фундаментальных свойств материалов, и теоретический анализ, разработка новых конструкций СЭ, исследование границ раздела в них.
3. Разработка новых много переходных структур.
4. Разработка дешевых, высокоэффективных ТСО материалов.
5. Использование альтернативных конструкций модуля (новые подложки и новые технологии корпусирования).
6. Увеличение срока стабильной работы модуля до 20–30 лет с уменьшением эффективности преобразования менее чем на 10 %.
7. Разработка процессов и оборудования для обеспечения дешевого широкомасштабного производства с высоким выходом годных ФЭП.
8. Улучшение однородности свойств пленок на больших площадях.
9. Увеличение воспроизводимости технологических процессов.
10. Снижение окупаемости модуля до одного года и менее.
11. Адаптация новых удачных технологических решений к условиям промышленного производства.

Как показывают современные тенденции развития этого направления широкое внедрение в жизнь солнечной энергетики связано не с уровнем разработки данной проблемы, а в первую очередь, с экономической целесообразностью и стоимостью энергии, получаемой таким способом.

Представление о том, что энергетика будущего будет основана на угле, запасы которого еще достаточно велики, атомном и термоядерном топливе имеет как сторонников, так и противников. Не вдаваясь в детали этого спора, заметим, что Солнце и есть тот реактор, который дал Земле жизнь и может дать энергию, необходимую для комфортного существования Человечества.

Поэтому нет сомнений в том, что более активное использование солнечной энергии — задача уже сегодняшнего, а не завтрашнего дня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ryazanov K.V. Perspektivy razvitia solneshnoi energetiki //KABEL−news. – 2009. – №12–1. – S. 81–85.
2. Popov A.I. Phyzika i tehnologia neuporiadochennih poluprovoddnicov. M.: Izd. dom MEI, 2008. 272 s.
3. Kazansky A.G. Photoelectricheskie svoistva mikrokristallicheskogo kremnia //Izv. vuzov. Ser. Materiali electronnoi tehniki. – 2009. – №1. – S. 12–21.
4. Afanasyev V.P., Terukov E.I., Sherchenkov A.A. Tonkoplenochnie solnechnie elementi na osnove kremnia. 2-e izd. SPb.: SPbGETU «LETI», 2011. 168 s.

Данлыбаева А.К., Еспембетова М.Б., Тұяқбаев А.А.

Жұқа қабықшалы элементтер негізінде жасалған күн энергетикасының дамуы

Мақалада аморфтық және микрокристалдық кремний негізінде жұқа қабықшалы технология арқылы Күн энергиясын тиімді өндіру мәселелері жан-жақты қарастырылған. Аморфтық гидрогенезирленген және микрокристалды кремнийдің негізінде жасалған Күн элементтерінің артықшылығы мен кемшіліктері көрсетілген.

Күн электр энергиясын жұқа қабықшалы күн элементтерін жасауда арзанырақ технологияларға ауысу арқылы арзандату мәселесін шешу жолы айтылған.

Сонымен қатар, жұқа қабықшалы күн элементтерін өндіруші Қазақстан, Ресей және шетел мемлекеттеріндегі жетекші өндіріс орындарынан мысалдар келтірілді.

Сондай-ақ жұқа қабықшалы күн элементтерінің жұмыс істеу принциптері мен кремний (крсисталдық, микрокристалдық және аморфтық гидрогенезделген) негізіндегі күн элементтеріне сипаттамалар берілген, кристалдық, микрокристалдық және аморфтық гидрогенезделген кремний негізінде жасалған күн элементтеріне салыстырмалы анализ жасалған. Қорытынды жасалып, жұқа қабықшалы Күн элементтерінің мәселелерін тиімді пайдалану туралы ұсыныстар берілген.

Тірек сөздер: күн элементтері, аморфтық гидрогенизирленген кремний, микрокристалдық кремний, фотовольтаика, фотоэлектрлік түрлендіргіштер.

Danlybaeva A.K., Yespembetova M.B., Tuyakbaev A.A.

Solar energy development on the basis of thin-film element

This article deals with the solar energy application technology of thin-film solar cells (SC) based on amorphous hydrogenated silicon and microcrystalline.

The advantages and disadvantages of solar cells in use.

The solutions reduce the cost of solar electricity problems by switching to cheaper thin-film solar cell manufacturing technology.

Given the leading manufacturers of thin-film solar cells in Kazakhstan, Russia and abroad. As well as showing their strategic objectives.

Studied the principles of thin film solar cells, the characteristic of solar cells based on silicon (crystalline, microcrystalline, amorphous hydrogenated), made a comparative analysis between the solar cells based on crystalline, microcrystalline and amorphous hydrogenated silicon. The results and proposed solutions to problems the use of thin-film solar cells.

Key words: solar cells, amorphous hydrogenated silicon, microcrystalline silicon, photovoltaic, photovoltaic converter.

УДК 621.52(035)

Ахметов К.М., Маралов Д.Н., Туғаналиев Б.М.
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева
87027472508 b_mahmudovich@mail.ru e-mail: nahip16@mail.ru)

О ВОЗМОЖНОСТИ ТЕРМООБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ В СВЕРХВЫСОКОВАКУУМНОЙ СРЕДЕ

Аннотация. Представлены результаты исследований по разработке, созданию и испытанию опытно – экспериментального образца вакуумной печи для термической обработки материала в камере, где можно получить вакуум до 10^{-9} Па. результаты проведенных работ по изучению возможности получения сверхвысокой вакуумной среды в ограниченном пространстве указывают на то, что предложенным в настоящем работе способом можно синтезировать и проводить обработку материалов высокого качества.

Ключевые слова: вакуумная техника, сверхвысокий вакуум, высоковакуумные печи, откачка газов, вакуумные трубопроводы, вакуумные насосы, вакуумные системы.

Одним из обязательных условий получения высокотехнологичных изделий, обладающих заданными физико-химическими и механическими свойствами, является высокая чистота их синтеза и сохранение свойств при термических воздействиях. Качество продукта (изделия) при изготовлении зависит от уровня достигнутого вакуума: низкого до $10^{-1} – 10^{-2}$ Па, высокого до $10^{-4} – 10^{-5}$ Па или сверхвысокого (космическая среда) от 10^{-5} Па и выше.

В настоящей работе представляются результаты исследований по разработке, созданию и испытанию опытно – экспериментального образца вакуумной печи для термической обработки материала в камере, где можно получить вакуум до 10^{-9} Па.

В первоначальном варианта макета вакуумной печи /1/ в качестве объекта, где должна проходить процедура отжига, была выбрана охлаждаемая водой вакуумная камера., Камера соединялась напрямую с магниторазрядным насосом типа Норд-250 и внутри камеры помещалась печь для термоотжига, которая крепилась на съемный фланец камеры. Объем камеры сравним с объемом камеры самого насоса. Конструкция сверхвысоковакуумной установки приведена на рис.1 и рис.4.

Рис. 1. Базовая конструкция сверхвысоковакуумной установки
Что каждый рис изображает?

На данной установке для проверки ее работоспособности в получении высокого качества обработки проведены работы по отжигу в сверхвысоком вакууме образцов титана (Ti) и кремния (Si) при 900 ºС и 1200 ºС /2/, соответственно. На рисунках 2 и 3 представлены результаты измерения образцов титана и кремния на рентгендифрактометре D8 ADVANCE.

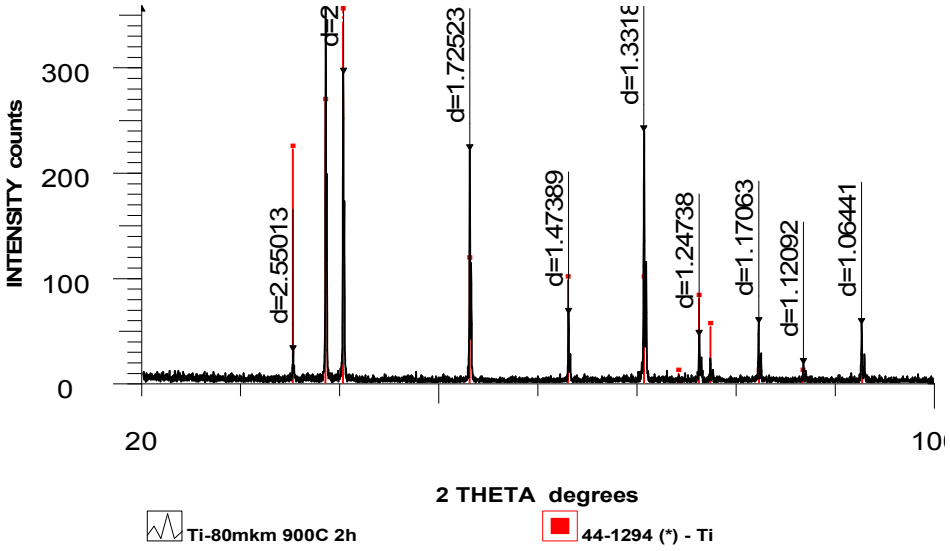


Рис. 2. Дифрактограмма образца титана

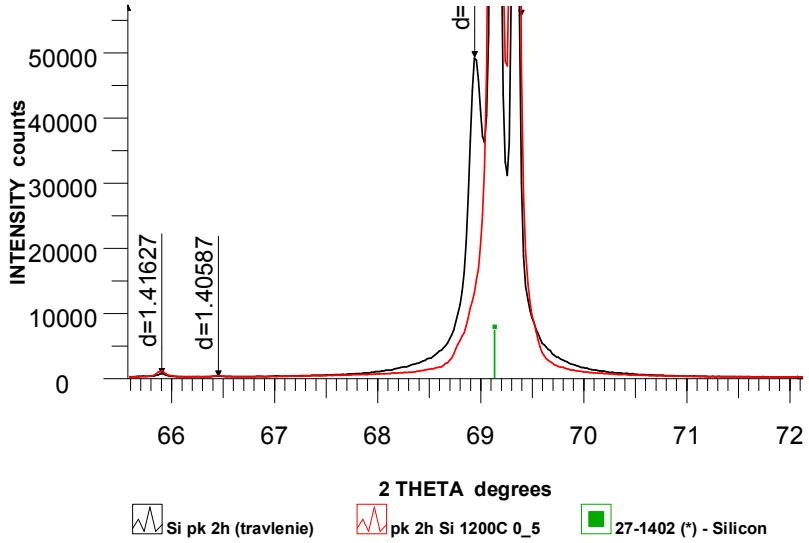


Рис. 3. Сравнение дифрактометром образца обработанного кремния травлением до отжига (черная) и после отжига (красная).

Спектральный анализ показывает (см. рис.2 и 3), что процедура отжига проведена на достаточно высоком уровне, соответствующей обработке в сверхвысоком вакууме. Это видно по фазовому составу структуры использованных образцов и смещению центра фотолюминесценции для пористого(мозаичного) кремния. Таким образом, на предложенном опытно-экспериментальном образце - безмаслянной сверхвысоковакуумной термически широкодиапазонной печи, можно проводить работы по отжигу материалов в диапазоне до 1500 ^{0}C и он по своим характеристикам не уступает следующим параметрам:

- Вакуум при отжиге (не хуже): $5*10^{-8}$ мм рт.ст;
- Температурный интервал: 0-1500 ^{0}C;
- Стабилизация температуры в пределах: 10 ^{0}C;
- Погрешность при измерения температуры: 10 ^{0}C;
- Размеры рабочей зоны, мм (длина.- диаметр): 300-140

Результаты такого конструктивного решения, где рабочая вакуумная камера является дополнительной частью базового элемента – магниторазрядного насоса, указывают на возможность создания установки более высокими характеристиками. В более усовершенствованом, упакованном варианте можно достичь уровня вакуума до 10^{-11} мм.рт.ст. в камере с объемом, который имеет насос представленного типа /3/.

Для достижения технологии сверхвысокой вакуумной сублимации нами модернизирована установка «Техбаурдак» (ссылка на патент, лит. источник), путем снятия вакуумной камеры, охлаждаемого водой металлического корпуса цилиндрической формы, на фланце которой была закреплена нагревательная печь для термоотжига. Как видно из рисунка 4, в качестве вакуумной камеры использовано свободное пространство магнитно-разрядного насоса. В камере размещена термопечь, которая эксплуатируется через входной фланец насоса.

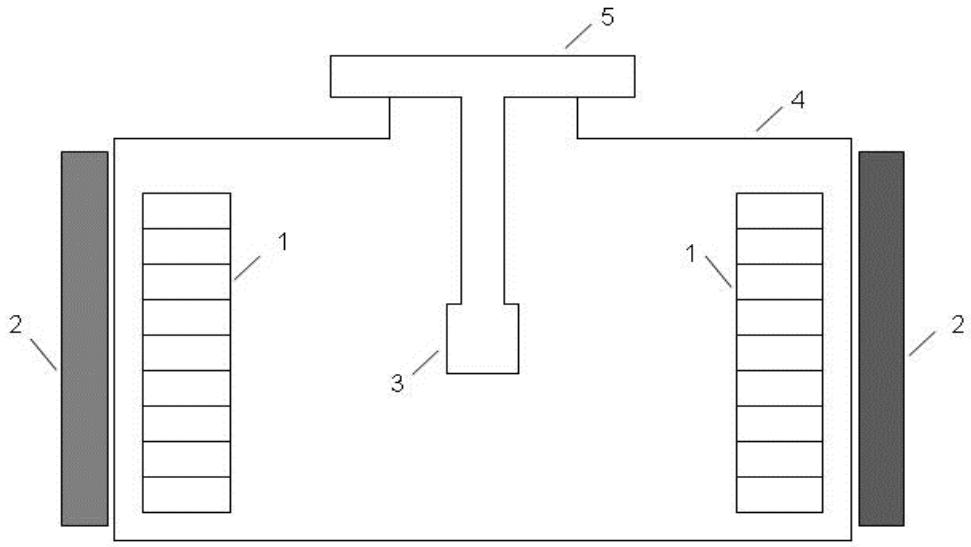


Рис. 4. Схема сверхвысоковакуумной печи.
1- высоковольтные электроды, 2- магнитные полюса, 3 - нагревательный элемент, 4 - корпус насоса, 5 - выходной фланец насоса.

В этом случае обработка материала будет происходить внутри корпуса магнитно-разрядного насоса /4/ и в этом пространстве, где в настоящее время можно получить вакуум до 10^{-12} мм.рт.ст., и поэтому его можно использовать в технологии обработки в качестве финишной очистки исходных материалов.

Для того, чтобы проверить работоспособность предложенного устройства нами были проведены следующие виды работ. Во первых, для проверки стабильности параметров устройства и его технологические возможности, температура нагревательного элемента была доведена до 1500 ^{0}C. Испытание показало, что при выдержке, длительностью до десятки часов, достигнута величина вакуума в камере порядка $5*10^{-9}$ Па, которая и оставалась достаточно стабильной на этом уровне.

Во вторых, чтобы определить технологические возможности устройства была проведена работа по получению пленки толщиной в несколько нанометров термовакуумным методом осаждения атомов, обогащенных изотопом ^{57}Fe до 92% на металлическую подложку /5/. Результаты гамма-резонансной спектроскопии таких металлических покрытий показывают доступности получения высококачественных наноструктурных слоев на данном устройстве.

Итак, результаты проведенных работ по изучению возможности получения сверхвысокой вакуумной среды в ограниченном пространстве указывают на то, что предложенным в работе /4/ способом можно синтезировать и проводить обработку материалов высокого качества. Для сравнения приведена сводная таблица характеристик вакуумных печей известных производителей.

Таблица 1. **Характеристики вакуумных печей известных производителей.**

Производитель и модель вакуумной печи	Предельный вакуум, Па	Размер рабочей зоны (длина, ширина, высота и диаметр), мм	Максимальная температура, ^{0}C
ЗАО НАКАЛ (Россия)	$1 * 10^{-3}$	300-200-200 (д-ш-в)	1300
XERION ADVENTED (Германия)	10^{-4}	200 диаметр 300 длина	0-2300
Каурсак (Казахстан)	$5*10^{-9}$	140 диаметр 300 длина	0-1500

Как видно из таблицы, основной параметр устройства – уровень вакуума в нашем случае улучшен на несколько порядков из-за рационального конструктивного решения. При этом потенциальные ресурсы вакуумного насоса использованы полностью, что дает возможность достижения сверхвысокого вакуума в устройстве. В перспективе, применение дополнительно криотехнического метода, может улучшить уровень вакуума, как минимум, на порядок.

ЛИТЕРАТУРА

1.Ахметов К.М., Поляков А.Н., Сатпаев К., Ахметов Е.К. Сверхвысоковакуумная термическая печь для термообработки материалов. Тезисы 8-ой международной конференции по ядерной и радиационной физике. Алматы.,2011, с.102.

2. Ахметов К.М., Болатханкызы Д.,Глазман В.Б., Елеуов М.А., Киккарин М.А., Ракыметов Г.А., Рябикин Ю.А., Токмолдин С.Ж., Тыныштыкбаев К.Б. Фотолюминесценция пористого кремния с мозаичной структурой поверхности до и после термовакуумного отжига. Тезисы 8-ой между-народной конференции по ядерной и радиационной физике. Алматы., 2011, с.112-113

3. Вакуумная техника. Справочник. Под общей редакцией Фролова и Минайчева., Москва. «Машиностроение», 1985.

4. Ахметов К.М., Ахметов Е.К. Техбауырдак - вакуумдык термоондеу пеши. Заявка на патент РК №10323, от 02. 04. 2013.

5. Озерной А.Н., Верещак М.Ф., Манакова И.А., Тлеубергенов Ж.К., Бедельбекова К.А. Ядерная гамма-реэонансная спектроскопия в изучении наноразмерных металлических покрытий. Тезисы 9-ой международной конференции по ядерной и радиационной физике. Алматы.,2011, с.107.

REFERENCES

1.Akhmetov K. M., Polyakov A. N., Satpayev K., E. K. Akhmetov ultrahigh-vacuum furnace for heat treatment of materials. Abstracts of the 8th international conference on nuclear and radiation physics. Almaty.,2011, p. 102.

2. Akhmetov K. M., Boltanksi D.,glusman V. B., Eleuov M. A., Kikkarin M. A., Rekimoto G. A., J. A. Ryabikin, Tomadin S. J., Tynyshtykbaev K. B. Photoluminescence of porous silicon with a mosaic structure of the surface before and after thermal annealing. Abstracts of the 8th international conference on nuclear and radiation physics. Almaty., 2011, pp. 112-113

3. Vacuum technique. Guide. Under the General editorship Frolov and Minaychev., Moscow. "Engineering", 1985.

4. Akhmetov K. M., E. K. Akhmetov Techboard - vacuumdb termonde Pesci. The application for the patent of the RK No. of 10,323, from 02. 04. 2013.

5. Lake, A. N., Vereshchak M. F., I. A. Manakova, Tleubergenov J. K., Medelbekova K. A. Nuclear gamma revanna spectroscopy in the study of nanoscale metal coatings. Abstracts of the 9th international conference on nuclear and radiation physics. Almaty.,2011, p. 107.

Ахметов К.М., Акылбек Н.М., Алдияров Н.У., Маралов Д.Н., Туганалиев Б.М.

Аса жоғарғы вакуумдық ортада материалдардың термоөңдеу мүмкіншіліктері

Аңдатпа. Берілген жұмыста 10^{-9} Па-ға дейін вакуумды алуға болатын, камерада материалды термиялық өңдеу үшін тәжірибелі-эксперименттік вакуумды пеш үлгісін құру мен сынауға арналған өңдеулер бойынша зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Шектелген кеңістіктегі аса жоғары вакуумдық ортаны алу мүмкіндігін меңгеру үшін жасалған жұмыстың нәтижесі келтірілген осы жұмыста жоғары сапалы материалдарды өңдеуді жүргізу және синтездеудеу әдісін ұсынуға болады.

Түйін сөздер: вакуумдық техника, аса жоғары вакуум, жоғарывакуумдық пеш, газды ағызу, вакуумдық құбыр, вакуумдық насос, вакуумдық жүйе.

Akhmetov K.M., Akylbek N.M., Aldiyarov N.U., Tuganaliyev B.M., Maralov D.N.

The possibility of heat treatment of materials in ultrahigh vacuum environment

Abstract. In this paper are presented the results of research on the design, development and testing of an experimental sample vacuum furnace for heat treatment of material in the chamber where you can get the vacuum down to 10-9 PA. the results of studies on the possibility of obtaining ultra-high vacuum environment in a confined space indicate that proposed in this work a method to synthesize and carry out the processing of high quality materials.

Key words: vacuum equipment, ultra high vacuum, high vacuum furnace, pumping gas, vacuum piping, vacuum pumps, vacuum system.

УДК 681.587.5

Синицкий С.Д., Исаков К.А.
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан)

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ РОБОТА СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ

Аннотация. Представлены принципы построения и испытания робототехнической платформы мехатронных модулей робота складской логистики. Эксплуатация робота в труднодоступных местах, при помощи установленого ультразвукового дальномера для определения расстояния, и двух сенсоров для определения освещенности поверхности. Движение робота происходит только по темному покрытию.

Ключевые слова: робот складской логистики, связь, блок питания, управление, сигнал, мехатронные модули.

В первую очередь, роботы предназначены для автоматизации труда человека. Потому что они делают ту же работу, что и человек, только гораздо быстрее и качественнее. Но в некоторых случаях использование робота крайне необходимо. Например, использование роботов в местах, недоступных или опасных для человека. Основной задачей робота является работа в складских помещениях.

В некоторых опасных производствах, связанных с риском для здоровья или жизни, люди могут быть успешно заменены роботами. К примеру, возьмем задачу обезвреживания бомб. Многие команды саперов широко используют роботов. Как правило, такие роботы имеют вид небольших бронированных танков и управляются дистанционно операторами, использующими видеокамеры, расположенные в передней части робота (система дистанционного видеоконтроля). Руки-манипуляторы робота способны захватить подозрительный предмет и поместить во взрывобезопасный контейнер для последующего подрыва или обезвреживания

Подобные роботы позволяют очистить местность от токсичных отходов. Они в состоянии функционировать в условиях сильного химического или радиационного заражения среды. Роботы способны «работать» в условиях, где незащищенного человека ожидает быстрая смерть. Атомная промышленность первой начала разрабатывать и использовать роботизованные автоматические манипуляторы для работы с радиоактивными материалами. Эти манипуляторы позволили специалистам производить операции в радиоактивной зоне, находясь при этом в чистых и безопасных помещениях.

Применение роботов оказалось совершенно необходимым для многих производств, прежде всего потому, что стоимость «труда» робота оказалось значительно ниже стоимости такой же операции, производимой работником – человеком. Более того, робота достаточно запрограммировать один раз, и он будет совершать требуемое действие с точностью, превосходящей точность работы любого квалифицированного рабочего. С другой стороны, человек способен выполнять различные задания и с этой точки зрения является значительно более гибким. Роботы, как правило, предназначены для выполнения какой-то одной операции. Например, робота, предназначенного для сварки, вряд ли удастся «научить» считать детали в бункере.

Существующие наиболее совершенные промышленные роботы очень скоро превратятся в «динозавров». Сегодняшняя «младенческая» стадия эволюции роботов заканчивается, появляются новые, гораздо более универсальные роботы, вбирающие в себя все новые качества человеческого интеллекта.

Для обеспечения функционирования роботам необходимо питание – большинство роботов используют для этого электричество. Для обеспечения мобильных роботов автономным питанием служат два источника: электрические батареи и фотоэлектрические элементы. В ближайшем будущем для питания роботов появится третий источник – топливные элементы. Для автономных роботов использование аккумуляторов является нормой. Поэтому в данной модели робота в качестве питания используется аккумулятор батарея.

Персональный компьютер уже произвел переворот в обществе, но «персональный» робот еще не появился. Причина очевидна – создание такого робота намного сложнее. Помимо развитого интеллекта он должен хорошо «уметь» ориентироваться и перемещаться в пространстве и осуществлять необходимые манипуляции для достижения поставленной цели. Рассмотрим известные в складской логистике области применения роботов. Kiva Systems помогает реконструировать и автоматизировать склады распределения продукции (центры дистрибуции), используя множество роботов.

Компьютерная группа отслеживает все роботы и стойки на полу склада, а алгоритмы распределения ресурсов эффективно организуют движение роботов в режиме реального времени. Компьютерная группа отслеживает высоко - и слабо продаваемые товары и хранит их соответственно. Это позволяет роботам тратить меньше времени на доставку популярных товаров и повысить скорость выполнения.

В общем, идея разработчиков проста: заставляя предметы хранения прибыть к складским рабочим, а не наоборот. Одна из идей: о машине, «обрабатывающей параллельно выполнение заказа в реальном времени и системе ее управления»

Сегодняшние автоматизированные центры распределения полагаются на лабиринты ленточных конвейеров, скатов, и каруселей. Рабочие операторы стоят вдоль конвейеров, около полок инвентаря, захватывая продукты и помещая их в коробки. Это - подход сборочного конвейера, который не изменился за прошедшие 100 лет. В тоже время Интернет сделал посещение магазина легким для потребителей. И теперь пришло время, чтобы облегчить работу склада, центра распределения продукции и повысить скорость выполнения заказа, например, в три раза. А это достигается переходом от последовательных - к параллельным процессам.

Рис. 1. Робот складской логистики

Одной из основных тенденций развития современного роботостроения является внедрение в технологический процесс производства мехатронных технологических машин и роботов. Мехатронный подход в построении роботов нового поколения заключается в переносе функциональной нагрузки от механических узлов к интеллектуальным компонентам, которые легко перепрограммируются в новую задачу и при этом являются относительно дешевыми.

Мехатронный подход к проектированию предполагает не расширение, а именно замещение функций, традиционно выполняемых механическими элементами системы на электронные и компьютерные блоки.

Понимание принципов построения интеллектуальных элементов мехатронных систем, методов разработки алгоритмов управления и их программной реализации является необходимым условием для создания и внедрения мехатронных технологических машин.

Предлагаемое методическое руководство относится к учебному процессу по специальности «Применение мехатронных систем», предназначены для изучения принципов разработки и реализации алгоритмов управления мехатроннымх систем на базе электронных и компьютерных блоков и содержат информацию по проведению трех лабораторных работ. Все лабораторные работы объединены в единый комплекс, целью которого является создание и реализация алгоритма управления мехатронной технологической машины.

Мехатронный подход в построении машин нового поколения заключаются в переносе функциональной нагрузки от механических узлов к интеллектуальным компонентам, которые легко перепрограммируются под новую задачу и при этом являются относительно дешевыми. Мехатронный подход к проектированию технологических машин предполагает замещение функций, традиционно выполняемых механическими элементами системы на электронные и компьютерные блоки. Еще в начале 90-х годов прошлого века подавляющее большинство функций машины реализовывалось механическим путем, в последующие десятилетие происходило постепенное вытеснение механических узлов электронными и компьютерными блоками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г.Г. Давыдов, А.В. Согоян, И.Б. Яшанин, В.С. Фигуров. Исследование постимпульсных релаксационных процессов в КНС ИС./ Радиационная стойкость электронных систем – Стойкость-2006. – М.: МИФИ-СПЭЛС, 2006. – Вып. 9. – С. 87 – 88.

2. Hi-TechNews. Новости мира высоких технологий. 7 июля 2011.

3. В.Е. Гантмахер, Н.Е. Быстров, Д.В. Чеботарев. Шумоподобные сигналы. Анализ, синтез, обработка. – М.: Наука и тех- ника, 2005. – 400 с.

4. Vie Hayes «Radio LAN work in the International Telecommunications Union», 27.06.95.

5. Torben Rune «Wireless Local Area Networks». – Netplan Aps. Denmark, 1995.

6. Ю.Айхлер, Г.-И. Айхлер. Лазеры. Исполнение, управление, применение. – М.: Техносфера, 2008. – 440 с.

7. Г. Шредер, Х. Трайбер. Техническая оптика. – М.: Техносфера, 2006. – 424 с.

REFERENCES

1. G.G. Davydov, A.V. Sogoyan, I.B. Yashinin, V.S. Figurov. Investigation of post pulse relaxation processes in KNS IS./ Radiation resistance of electronic systems – Durability -2006. – M.: MIFI-SPELS, 2006. – Edit. 9. – p. 87 – 88.

2. Hi-TechNews. News of the world of high technology. 7 July 2011.

3. V.E. Gantmaher, N.E. Bistrov, D.V. Chebotarev. Noise-like signals. Analysis, synthesis, processing. – M.: Science and technique, 2005. – 400 p.

4. Vie Hayes «Radio LAN work in the International Telecommunications Union», 27.06.95.

5. Torben Rune «Wireless Local Area Networks». – Netplan Aps. Denmark, 1995.

6. U. Aihler, G.I. Aihler. Lasers. Execution, management, application. – M.: Technosphere, 2008.–440 p.

7. G. Shreder, H.Traiber. Technical optics.– M.: Technosphere, 2006. – 424 p.

Синицкий С.Д., Исаков К.А.

Мехатронды модульдер әзірлеу және тестілеу, робот логистикалық қойма

Түйіндеме. Мехатронды модульдер әзірлеу және тестілеу, робот логистикалық қойма.

Басты бет . Мақала шалғай аудандарда және қоймада робот қойма логистика мехатронды модульдер дамуын сипаттайды. Осылайша, біз көп функционалдық қоймаға chtorobot қорытынды жасауға болады жұмысының мерзімін жеделдету, ол сіз шалғай және сирек тапсырмаларды орындауға мүмкіндік береді .мехатронды модульдер , байланыс, электр , бағдарламалау.

Түйін сөздер: мехатронды модульдер , байланыс, электр , бағдарламалау .

Sinitskiy S.D., Isakov K.A.

Development and testing of mechatronic modules, robot logistics warehouse .

Summary. The article describes the development of mechatronic modules for the operation of the robot warehouse logistics in remote areas and in the warehouse. Thus, we can conclude that the robot logistics warehouse multi- functionality to accelerate the timing of the work , it allows to perform tasks in difficult to access places and sparse.

Key words : mechatronic modules , communications, power supply , programming .

ӘОК 004.921

Б.Қ. Айтжанов, Ш. Оңқайбеков
(Kz.kz.kz@mail.ru, Алматы, Қазақстан Республикасы)

МУЛЬТИМЕДИАЛЫҚ ҚОСЫМШАЛАРДЫҢ ҚҰРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Аңдатпа. Мақалада мультимедиа қосымшаларын құрудың технологияларына шолу жасалынып, олардың кемшіліктері мен артықшылықтары толық қарастырылған. Сонымен қатар, кейбір дескрипторлардың түсініктемелері келтірілген.

Кілттік сөздер: Мультимедиа, презентация, анимациялық роликтер, мультимедиа-галерея, Web-ке арналған қосымша

Ғылыми–техникалық прогресстің дамуы және ақпараттың әр түрлі типін сақтауға, өңдеуге, ұсынуға қабілетті заманауи компьютерлер мен телекоммуникациялық техниканың пайда болуы, заманауи мультимедиа-жүйелер мен соған сәйкес әдістемелік инновациялардың дамуы ақпараттық жүйені іске асыру қадамын түбегейлі өзгертті.

Жұмыстың өзектілігі: жаңа мультимедиалық технологияларды Web- ресурсты құруға пайдалана отырып ғылыми негізінде жаңа әлеуметтік – экономикалық жағдайда өз еңбегін ұйымдастыра алатын ақпараттық жүйе саласындағы маманға деген қажеттілікпен анықталады.

Web-ресурсты құру мен өңдеу бойынша қазіргі мамандар профессионалды ойлап, жұмыс жасау мен құрылым негізін, функциясын, табиғи құбылыстар мен олардың компоненттері арасындағы қарым қатынасты, әлемде болып жатқан негізгі процесстерді меңгеру мен қатар техникалық құжаттармен жұмыс жасауды, мультимедиа файлдарды қарастырып, оларды Web-беттерге жүктеу әдістерін жасауы қажет.

Сонымен қатар бұл тізімге ақпараттық технология саласындағы болашақ мамандардың іскерлік сапасының маңызды құрамдас бөлігі болып табылатын және оның творчестволық, кәсіби белсенділігін жоғарлататын білім мен іскерлік қосылады. Мәтіндік және кестелік редакторлармен, графикалық бағдарламалармен, ақпараттық жүйелермен, мәліметтер базасымен, сандық бағдарламалармен жұмыс жасай білу, ғылыми зерттеу нәтижелерін бағалай білу- бұл бағдарламалау бойынша мамандарға қойылатын талаптың тек бір бөлігі. Соңғы жылдары бағдарламалардың қызықты әрі әсерлі жасалуының арқасында көптеген компьютер қолданушылары үшін мультимедиа өмір салтына айналды. Қазіргі уақытта осындай бағдарламалар үшін мультимедиа қолдану міндетті болып табылады.

Адамдық қызметтің барлық сферасындағы үрдістер динамикасының жылдамдауы, әлеуметтік, экономикалық және политикалық өмірдегі индустриальді өндірістің қиындауы ақпараттық білімге деген қажеттіліктің заңды түрде жоғарлауына және осы қажеттіліктерді қанағаттандыру үшін жаңа технологиялардың жасап шығарылуына алып келді. Микроэлектрониканы, энергия сақтаушы құрылғыларды, мобильді телефондарды, компьютерлердің кең қолданыста болуы мен жиі жетілдіріліп отыруы заманауи кызметтік кеңістіктегі адамдардың орны мен еңбек сипатын өзгертті.

Кейін, Web өзінің даму кезеңінде беттердің дизайны мен белгіленуіне өте аз назар аударылды. Дизайнерлер беттердің әдемілігін дәл қайталауға мүмкіндік беретін дәл технологиялар Web-беттердің жылдамдығы мен дизайнының шектеулі болуына қарамастан танымал екенін түсінді. Бағдарламалық өнімдер көп болғандықтан олардың ішінде бағдарлау өте қиын болды. Әр жасап шығарушы компания өзінше бір жаңалық енгізуге тырысты. Бұл өз компьютеріне Web-беттерді көре алмай қолданушыға теріс жағынан әсер етті. Web беттермен жұмыс жасау үшін жаңа бағдарламалық қамсыздандыруды орнатуға деген қажеттіліктер жиі туындап отырды. Сонымен қатар олар берілген тапсырманы орындай алмады және Web беттері үшін кейбір өңдеу заттарын араластыруға тура келді.

Медиа мәдениет дағдыларын иелену, дербес компьютер мен ақпараттық технология мүмкіншілігін қолдану және кеңістіктің нақтылық уақытын талдау заманауи маман үшін кез-келген тапсырманың тиімді шешімін таба алады. Ақпаратты қолдану және ақпараттануда жиі кездесетін мәселелер, оның ішінде мультимедиа және технология үрдісі туралы Дэвид Форсайт, Жан Понс, Дональд А. Норманн, Гленн Киркпатрик, Кевин Пити В.П. Беспалько, Б.С.Гершунский, И.В.Роберт, А.С.Ушаков, Я.М.Ваграменко, Ю.П.Горохов, И.П.Жевнов, Ю.С.Браносков, Т.Д. Шапошникова, И.Г.Захарова, Е.И.Машбица, А.Ю.Уварова, В.Ф.Шолохович, В.С.Жданова,

В.А.Буравиха, В.Ж.Королева, Г.Д.Жангисина, У.А.Тукеев, Д.Н.Шукаев, Р.К.Ускенбаева, А.У.Калижанова, О.И.Агапова, О.И.Кривошеева, П.Г.Буги, Е.И.Виштынецкий еңбектерінде көрсетілген.

Оқу үрдісінде мультимедиа технологиясын қолдану туралы А.В.Осина, Г.А.Сапрыкина, Л.Ш.Балгабаева, Ю.Г.Молокова, В.А.Косников, О.Г.Смолянин,С.Г.Григорьева, В.В. Гриншкуна, Н.Г.Семеновой, В.М.Вакулюка, Б.Б.Андресена Кати Ван дер Бринк еңбектерінде көрсетілген. Ақпараттық технологияның философиялық аспектілерін қолдану туралы В.П.Воронина, А.И.Ракитова, В.Долгова еңбектерінде көрсетілген.

Ақпараттық технологияны қолданудың жаңа формасы және арақашықтықта интернетарқылы оқыту Д.Л.Кречмана, Б.И.Жумагалиев, С.В.Агапонова, З.О.Джалиашвили, М.Лукашенко, М.В.Моисеевой, Е.С.Полат, М.Ю.Бухаркин, М.И.Нежурин, И.Семенникова еңбектерінде көрсетілген. Виртуалды ортада оқудың сапа туралы сұрақтарға жуапты В.П.Тихомиров, Ю.Б.Рубин еңбектерінде табуға болады. Оқу үрдісінде тестілеудің рөлі мен орны және оқу үрдісін басқарудың сапа мониторингі туралы О.И.Донина, А.И.Черных, Г.Логинов, И.Логинов, С.Н.Митина, В.Косухина еңбектерінде көрсетілген. Электронды оқыту құрылғылары туралы П.И.Образцов, И.Б.Горбунов, Е.Стародубцев, Ж.Джанабаев, О.Воскресный, Е.Аленичев жазған ғылыми журналдарда көрсетілген. Келтірілген еңбектер көптеген маңызды және пайдалы мағлұматтардан тұрады. Бірақ бұл мәліметтер құрылымды, жүйелікті, адаптациялық өңдеуді, әдістемелік қосымшаны қажет етеді, себебі ақпараттық оқыту ортасының кешенді мәселесін шешу және университет қабырғасында оқитын студенттердің жаңа ақпараттық технологияларды кәсіби деңгейде қолдануға мүмкіндік береді.

Техникалық мамандығында оқитын бакалаврдың және магистранттардың интернет-технологияларды оқытудың теория және практика жүзінде мультимедиялық технология құрылғыларын қолдану арқылы алға қойылған тапсырмаларды тиімді орындау және жұмыс барысын жеңілдету үшін қажет. Кейбір мәселелерді шешу кезінде қарама қайшылықтар туындайды. Қазіргі заманауи қоғамда веб-дизайнерлерді қажет етеді. Олар ақпараттық технология, соның ішінде мультимедианы жетік меңгеруі тиіс. Оқыту үрдісінде және басқа да салаға мультимедиалық технологияны енгізу қазіргі таңда өзекті мәселе болып табылады. Сондықтан мамандардың осы салаға байланысты білім алуы ғана жеткіліксіз, себебі олар практикада бұл технологияны кәсіби деңгейде қолдана алуы тиіс.

Бұл қарама қайшылықтар зерттеудің негізгі мәселесі болып табылады. Берілген мәселенің негізгі шешімі болып зерттеудің мақсаты болып табылады.

Қазіргі заманғы 21 ғасырдың ақпараттық технологияларын мультимедиясыз елестету мумкін емес. Мультимедиа құралдары – бұл әртүрлі орталарды қолданып (дыбысты, видеоны, графиканы, мәтінді анимацияны) адамға компьютермен араласуына мүмкіндік беретін ақпаратты және программалы құралдар комплексі [1,2].

Мультимедиа - визуалды және аудио эффектілердің өзара әрекеттестігі интерактивті программалық қамтаманың астында қазіргі заманғы техникалық және программалық тәсілдер арқылы мәтінді, дыбысты, графикалық сызбаларды, суреттер мен видеоларды біріктіріп бір ғана цифрлы қойылым ретінде корсетеді [1,2].

Зерттеме және мультимедианы қолдану үшін, программалық өңдеуге қандай бейне құралды және аудиоформатты қолданып жұмыс жасауға болатынын нақты білген дұрыс. Видео және аудио форматтарды зерттей келе ең бірінші MPEG форматын қарастырғанымыз жөн. MPEG форматының отбасылық тарихы, 1988 жылдан бастап танымал бола бастаған PDF created with FinePrint pdf форматтары. Қазіргі уақытта өте танымал MPEG-4 форматы осылардың туысы. Дәл сол жылы Moving Pictures Expert Group комитеті құрылған болатын. Аудармасы жобамен кинематографиялық (қозғалмалы бейнелер) сараптамалық тобы. MPEG қазір барлығына, мультимедиа компьютермен немесе сандық телевидениемен жұмыс жасап жүргендер жақсы білетін танымал формат деп есептеймін. Және дәл сол жылы MPEG-1 форматының зерттемесі басталып, ақырғы аяқталған түрі 1993 жылы шығарылған болатын. Бірақ кезкелген бейнефрагментте суреттен басқа дыбыста қосылған.

Дыбысты кодтау арнайы дыбыстық кодер арқылы орындалады. MPEG форматтың дамуы барысында дыбыстық кодерлер жиі жиі өңделіп отырды және натижесінде көрсетті. MPEG-1 форматының ақырғы стадартизациясының кезінде осы отбасының үш дыбыстық кодері пайда болды. Олар - MPEG-1 Layer I, LayerII және Layer 3 (дәл сол әйгілі MP3).

Мультимедиалық қосымшаларды құру технологиясын зерттеу үшін оны қалай құру керектігі жазылатын сценари құрылады. Осыған байланысты әр мультимедиалық қосымша әр түрлі компоненттен (әр түрлі тематика) тұратынын болжауға болады. Мультимедиалық қосымшаның құрамын ашу арқылы оны одан келесідей компоненттерді ажыратуға болады: құрылып жатқан

мультимедиа – қосымшаның тақырыбын таңдау, жұмыс алаңын белгілеу (масштабы және фоны), қатарларды қолдану кадрлары, әр түрлі типтегі символдарды құру, программалау тілінде скрипттер құру, дыбыстық файлдармен жұмыс жасау, мәтін қою, эффекттер құру, көріністерді қолдану мен алмастыру, кітапхананың дайын компоненттерін қолдану, навигациялар құру, мәтінді белгілеу тілін және скрипт тілдерін қолдану. 1-кестеде мультимедиалық қосымшалардың негізгі түсініктері мен олардың түрлері берілген.

1-кесте. **Мультимедиа қосымшалардың сипаттамасы**

Мультимедиалық қосымшаның түрлері	Түсінік
Презентация	Презентация (ағылш. *Presentation*) - аудиовизуальді заттарды қолдана отырып ақпаратты көрнекі жеткізудің әдісі. Презентация бір жүйеде құрылған компьютерлік анимациялар, графика, видео, әуен және дыбыстар қатарымен бірлесуі болып табылады.
Анимациялық роликтер	Анимация - мультимедиа технологиясы, қозғалыстағы бейнені елестететін көріністердің кезекпен ойнатылуы. Қозғалыстағы бейне әсері видеокадрлардың секундына 16 кадрдың ауысып отырады.
Ойындар	Ойын - бұл көңіл көтеру қажеттілігін қанағаттандыруға, сергуге сонымен қатар белгілі бір дағдыларды үйренуге бағытталған мультимедиа – қосымша.
Видеофильм және видеоойнатқыштар	Видеофильмдер - қозғалыстағы бейнелерді жасап шығару мен демонстрациялау технологиясы. Бейнеойнатқыштар видео-фильмдерді басқаратын бағдарлама.
Мультимедиа-галерея	Галерея-бейнелерді жинақтау.
Web-ке арналған қосымша	Web-ке арналған қосымша-бұл жеке веб- беттер, олардың компоненттері (мәзір, навигация), мәліметтерді жіберуге арналған қосымша, көпканалды қосымшалар, чаттар.

Мультимедиалық қосымшаларды өз кезегінде 2-кестеде көрсетілгендей келесі топшаларға бөліп жіктеуге болады.

2- кесте. **Мультимедиалық қосымшалардың жіктеуі**

Презентация
- сызықтық презентация-қиын графикасы, видео қойғыштары, дыбыстық жетектері бар бірақ навигация жүйесі жоқ динамикалық ролик. - интерактивті презентация-иерархиялық принцип бойынша құрылған және арнайы қолданыстық интерфейс арқылы басқарылатын мультимедиалық компоненттер жиынтығы.
Анимация
- кадр астылық анимация-суреттерге қозғалыс әсерін беретін бейнелердің кадрлық ауысып отыруы. - бағдарламалық анимация-бейнелер бағдарламаланған (яғни, алгоритм мен ауысым көмегімен) кезектілік қимылы бойынша ауысып отыратын анимация.
Ойындар
- көңіл көтеретін ойындар-қолданушының сергуіне мүмкіндік беретін бағдарлама.
- үйрететін ойындар-қолданушының жеңіл түрдегі ойындарда ұсынылған немесе басқа саладағы оз білім деңгейін жетілдіруге мүмкіндік беретін бағдарламалар
Бейнеойнатқыштар
- кадрастылық фильм қалыптсатыру-қозғалыстағы бейнелер әсерін беретін бейнелерді дайындау және орналастыру, суреттердің, кадрлардың кезектілігі. - ағындық видеоға арналған видеоойнатқыш-avi mpeg форматындағы потоктық бейнелерді қосатын ойнатқышты қалыптастыру, және бұдан кейін осы потокты басқару мүмкіндігі туады (мысалы: қосу, тоқтату, видеофайлды басталардан бұрын перемотка жасау сияқты командаларды қолдану)

Мультимедиа-галерея
- бейнелерді кадрлық ауыстыру-белгілі бір уақыт бойынша бейнелерді ауыстыру реттілігі. - панорама-үлкен ашық кеңістікті еркін көруге мүмкіндік беретін кең және көпжоспарлы перспектива. - интерактивті галерея-қолданушының басқаруына мүмкіндік беретін галерея (бейнелер бойынша навигация)
Дыбыстық ойнатулар
- бір дыбыстық файлды ойнату- wav, mp3 форматындағы дыбыстық файлдарды мультимедиа – қосымшаға енгізу және оны ойнату - әр түрлі дыбыстық файлды ойнату-бір дыбыстық файлды ойнатумен ұқсас.
Web-ке арналған қосымша
- баннерлер-интернетте қызметтің немесе өнімнің кеңейтілген сипаттамасы бар веб-беттегі гиперссылка болып табылатын жарнамалық сипаттағы мәтіндік блок пен графикалық бейнелер. Баннерлерді веб-беттерге тұтынушыларды қызықтыру үшін немесе имидж қалыптастыру үшін енгізеді. - мәліметтерді жіберуге арналған қосымшалар(мысалы, қонақтық кітап).

Интернет желіге мультимедиа файлдарды жүктеуге арналған әдістер

Мультимедиа объектісін дескриптор көмегімен құру

HTML кодымен жұмыс жасау үшін жаңа <OBJECT></OBJECT> жұп дескриптор пайда болды. Бұл дескриптор өзінің жан-жақтылығына байланысты барлық шолушы бағдарламалар үшін тұрақты болды және HTML тілінен кейбір дескрипторларды ығыстырып шығарды. <OBJECT> дескрипторлары келесі жағдайларда қолданылады:

- аплеттерді қосу (автоматты түрде жұмыс жасайтын кейбір бағдарламалар, желіде Web-бет арқылы тұтынушы іске асырады) кез-келген форматтағы суреттерді енгізу;
- кейбір Web-бет элементтерін қосу.

Бұрын аплетті қосу үшін <APPLET> дескрипторын пайдалынды. Осы дескриптордың кемшілігі бұл Java-да жазылған аплеттерді ғана оқыды. <OBJECT> дескрипторы Web-бетке әртүрлі типтегі бағдарламаларды, ActiveX элементтерін, Python тіліндегі аплеттерді енгізеді. <APPLET> дескрипторы ескі болғандықтан, HTML тілінен алып тасталған.

JPG файлдан алынған суретті <OBJECT> атрибуты көмегімен Web-бетке енгізу мысалы төменде келтірілген:

<OBJECT DATA='images/sea.jpg"TYPE="image/jpeg"
WIDTH='650'
HEIGHT='350'USEMAP=”#imagemap”> жүктеу алаң 6ou</OBJECT>

<OBJECT></OBJECT> атрибут көмегімен қосылған сурет images массивінің тұрақты мүшесі болып табылмайды.

<OBJECT></OBJECT>дескрипторы арқылы пайда болған мәтін, баламалы мәтін болып табылады. Графикалық объекттің атрибуты <OBJECT> дескриптор көмегімен пайда болады. <IMG> дескриптор атрибутына сәйкес. <OBJECT> атрибуты HTML дескрипторына қарағанда кең қолданысқа ие. <OBJECT> атрибутын орнатар кезде объект типін анықтау қажет. Объекттің барлық атрибуттары динамикалық сценарий көмегімен өзгертуге және орнатуға болады. Сондықтан <OBJECT> дескриптор көмегімен құрылған объект типін Web-бетпен жұмыс жасау барысында өзгертуге болады.

Мысалы, суретті аплет немесе объектке ауыстыруға болады. Осы материалды түсіну үшін теңіз ұрысы атты ойын үшін Web-бетті құрамыз.

Web-бетке сурет <OBJECT> дескрипторы арқылы қойылады. Объект шегінің 50 пикселдей болуы тиіс.

Батырма. Жаңа ойынды бастау үшін Web-бет көмегімен document. location. reload () командыларын шақырамыз. Одан кейін сценарий кодын құрамыз. Алдымен 10 элементі бар ships массивін құрамыз. Массив бүтін сандардан тұрады. 0 ден 44 санына дейін. Біз if оператор көмегімен массивтегі сандардың қайталанбауын тексереміз. Келесі сценарий кодында сурет аймағын анықтаймыз (ойын алаңының торы): // <MAP> объектісін шақырамыз.

<MAP> дескриптор көмегімен құрылған HTML кодында ID атрибутының айнымалы объект сызбасын анықтаймыз: document.getElementByld ("imagemap"). getElementByldl ID әдісі Web-бет элементіндегі объект сценарийінің кодын шақыру үшін қажет.

EMBED> дескриптор көмегімен lit.wav аудиофайл дыбысталады. Егер номер болмаса, онда miss.wav файлы дыбысталады. Бірақ қандай жағдай болса да counter айнымалысы орындалады. Компьютерлік ойын құру үшін бірнеше сценарий ғана керек болады.

Мысалы, Web-бетте жеті дыбыстық файл бар деп есептейік. Файлды ойнату үшін батырманы құрамыз. Барлық мелодияны цикл бойынша, кездейсоқ ойнату үшін келесі қадамдарды жүзеге асырамыз. Мысалы, Web-бет командылық батырма жинағынан тұрсын. Жоғары кезекте орналасқан батырма до-дан си-ға дейін болсын және әр батырманың өзіндік document .embeds массивінде сақталған дыбыстық файлдар ойнатылсын. Әр батырма өзінің массив элементін шақырып, play әдісін орындайды.

Гамманы ойнату үшін play_scale функциясын шақырамыз. Функция кезекпен embeds массивінің элементтерін 0 ден document, embeds, length–1 индекстерін шақыру арқылы орындалады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 http://www.wikipedia.org.
2 Будилов В.А. PHP5. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 240 с.
3 В. И. Берестова, Е. В. Ларина. Какими бывают мультимедиа-приложения и средства их разработки.- http://www.top-personal.ru
4 Вымятнин В. М., Демкин В. П., Можаева Г. В., Руденко Т. В.
5 Мультимедиа-курсы: методология и технология разработки. -http://www.ido.tsu.ru.
6 Козлов С. Технологии web-программирования.
7 http://citforum.ru/internet/cgi_tut/cgi.shtml.
8 Леонтьев Б. Web –дизайн: Хитрости и тонкости:-М.: Познавательная книга плюс, МиК, 2001. -224 с.
9 В.И. Берестова, Е.В. Ларина. Какими бывают мультимедиа-приложения и средства их разработки.- http://www.top-personal.ru
10 Ганеев Р.М. Проектирование интерактивных WEB-приложений. М.: 2001.
11 А. Павлов. CGI-программирование: учебный курс. - СПб: Питер, 2000.
12 А.В.Картузов, Д.В. Николенко. Программируем на языке Java: краткий курс.- СПб: Наука и техника,2001.
13 Ливингстон Д., Белью К., Браун М. Perl 5. Web - профессионалам: Пер. с англ. - К.: Издательская группа BHV, 2001.
14 Косентино К. PHP. Web - профессионалам: Пер. с англ. - К.: Издательская группа BHV, 2001.
15 Жумагалиев Б.И. Лабораторный практикум по интернет технологиям. Учебное пособие. Алматы: ААЭиС, 2003.

Айтчанов Б.Қ, Оңқайбеков Ш.

Технологии разработки мультимедийных приложений

Резюме. Дан анализ технологий для разработки мультимедийных приложений. Показаны достоинства и недостатки различных технологий, а также приведеныв примеры работы некоторых команд дескриптора. Использование таких дескрипторов повышает качество создаваемых приложений как с точки зрения программиста, так и с точки зрения пользователей.

Ключевые слова: Мультимедиа, презентация, анимационные ролики, мультимедиа-галерея, приложение для Web

Aytchanov B.K., Onkaibekov Sh.

Technology development of multimedia applications

The article analyzes the development of technologies for multimedia applications. Advantages and disadvantages of the different technologies, and bring examples of some teams handle. The use of such tags enhances the quality of the application as a programmer's perspective, and from the point of view of users.

Key words: multimedia, presentation, animations, multimedia gallery, the application for the Web

ӘОЖ 004.6.056

А.Ш. Тұрым, Н.А.Сейлова, А.Оған
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті
Алматы, Қазақстан Республикасы)

КОМПЬЮТЕРЛІК ЖЕЛІЛЕРДЕ ИНСАЙДЕРЛЕРДЕН ҚОРҒАНУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Аңдатпа. Ішкі қауіпсіздікті қамтамасыз ету технологияларының кең таралған түрлері, олардың ішінде, ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін ең танымал шешімдердің бірі болып табылатын DLP-жүйелері қарастырылған. Инсайдерлердің, жасырын ақпаратты анықтау технологияларының негізгі түрлері, сондай-ақ DLP-жүйелерінде шешілетін мәселелер және жасырын деректерді ішкі қауіптерден қорғау жүйелерінің түрлері келтірілген.

Түйін сөздер: инсайдерлер, ақпараттық қауіпсіздік, жасырын (конфиденциалдық) ақпарат, ішкі қауіп-қатерлер, ақпараттың сыртқа кетуі.

Ақпараттық қауіпсіздік саласындағы ең өзекті мәселелердің бірі жасырын (конфиденциалдық) деректердің сыртқа кетуіне қарсы күрес болып табылады. Егер қауіп осы деректерге қол жеткізуге заңды (ресми) құқығы бар адам тарапынан болса, онда төнетін қауіп ішкі болып саналады. Жасырын ақпараттың сыртқа кетуіне әкелуі мүмкін пайдаланушылардың (не қасақана, не абайсызда жасаған) кез келген ықтимал (әдейі немесе кездейсоқ) іс-әрекеттері *ішкі қауіптер* қатарына жатады. Мұндай адамдарды инсайдерлер деп атайды. Олар ақпаратқа тікелей қол жеткізе алатын болғандықтан, оларға ұрлық немесе ақпаратпен басқа да рұқсатсыз іс-әрекеттер жасау оңай болады. Пайдаланушының осындай іс-әрекеттерінің мақсаты оны кейін рұқсатсыз пайдалану ниетпен ақпаратты сыртқа жіберу болып табылады [1, 2].

Сыртқа кетудің көпшілігі қызметкерлердің қателері, ұқыпсыздығы, абайсыздығы салдарынан болады. Ал қалған бөлігі қызметкерлердің және пайдаланушылардың теріс ниетімен байланысты. Инсайдерлердің мынадай негізгі түрлерін атап кетуге болады: өкпелі (ниеті теріс) қызметкер, ендірілген қызметкер және ұқыпсыз (немқұрайлы) қызметкер. Жасырын ақпараттың сыртқа кетуінің көбісіне инсайдерлердің осы түрінің қатысы бар. Ақпараттың сыртқа кетуі компьютерлік желілерде электрондық поштамен, лездік хабар алмасу (ICQ**,** QIP**,** Skype, т.б.) жүйелерімен ақпарат жіберу, құжаттарды желілік принтерде басып шығару, т.б. кездерінде орын алған [3, 4].

Криптография байланыс арнасы бойындағы деректерді жолай ұстаудан қорғануға мүмкіндік береді. Антивирустер, желіаралық экрандар, шабуылдарды анықтау (IDS) және олардың алдын алу (IPS) жүйелері, аутентификациялау жүйелері сияқты дәстүрлі қауіпсіздік шаралары ақпаратты сыртқы қауіптерден қорғай алады, бірақ олар инсайдерлердің деректерді сыртқа кетіруінен, бұрмалауынан немесе жоюынан тиімді қорғауды қамтамасыз ете алмайды. Жасырын деректерге оларды сақтау, тасымалдау немесе өңдеу кездерінде рұқсатсыз қол жеткізілуі мүмкін. Жасырын деректердің сыртқа кетуінің алдын алу үшін қолданылған негізгі тәсілдер: өзінің қызметтік міндеттерін орындау үшін қажетті ақпаратқа пайдаланушының қол жеткізу құқығын шектеу әдістерін қолдану, сыртқы құрылғыларды басқару бағдарламалық қамтамасын пайдалану және деректерді шифрлау [1,6,7].

Алайда, бұл тәсілдер жасырын деректерді тек олар сақталатын жерлерде ғана қорғауға мүмкіндік береді (ақпарат тасымалдау және өңдеу кезінде оларды бақылау назардан тыс қалады). Сонымен қатар, деректерді шифрлау жүйелерін қолданған кезде олардың DLP-жүйелерімен арасында қайшылық туындайды: шифрланған файлдағы ақпараттың жасырындылық дәрежесін енді анықтау мүмкін болмай қалады. Ақпараттың сыртқа кетуін болдырмау үшін ұйымдастырушылық шараларды, ақпарат тасуыштарын шифрлау құралдарын (тасуыштар немесе компьютер жоғалған кезде олардың ішіндегі ақпараттың сыртқа рұқсатсыз таралуына жол бермейді), мониторинг және аудит жүйелерін (болған оқиғаларға тергеу жүргізген кезінде) қолдануға болады. Жіберілетін ақпаратты талдау да маңызды мәселе қатарына жатады. Себебі, DLP-жүйесі тек жасырын ақпаратты бұғаттауы керек, ал басқа ақпаратты кедергісіз өткізіп жіберуге тиісті. Қай жағдай болса да, ақпарат қорғау мәселесін белгілі бір жеке құралдың көмегімен толық шешу, әдетте, мүмкін болмайды.

Ішкі қауіпсіздікті қамтамасыз ету технологияларының IPC, RMS, DLP, т.б. сияқты бірнеше түрі бар [3,5,6].

IPC (Information Protection and Control**,** жасырын **а**қпаратты ішкі қауіптерден қорғау) жүйелерінің негізгі міндеті жасырын ақпараттың сыртқа кетуін болдырмау. IPC технологиясы DLP-жүйесі, ақпарат тасуыштарын шифрлау жүйесі және желіге, қолданбаларға, деректерге қол жеткізуді бақылау (яғни пайдаланушыларды аутентификациялау) жүйесі сияқты технологияларды біріктіреді. Олар бірге жұмыс атқарып, бір-бірін толықтырады. IPC технологиясы деректерді тек қана инсайдерлерден ғана қорғап қоймай, сонымен қатар, ақпарат тасуыштары бөтен тұлғалардың қолына түскен жағдайларда олардың ішіндегі деректерді рұқсатсыз қол жеткізуден қорғауға мүмкіндік береді. Сонымен, IPC тұжырымдамасының мәні DLP-жүйесі мен шифрлау әдістерін біріктіру болып табылады. DLP-жүйесі техникалық арналар бойымен желіден сыртқа кетуші **а**қпаратты бақылайды, ал шифрлау әдісі бөгде адамдардың қолына түсуі мүмкін деректер тасуыштарындығы ақпаратты қорғау үшін пайдаланылады.

Ақпаратқа қол жеткізу құқығын бақылайтын **RMS** (Rights Management System) жүйелерінде барлық құжаттар шифрланады, ал шифрлау кілттері орталық серверде сақталады. Файлдағы ақпарат шифрланған болғандықтан мұндай ақпарат бөтен адамдардың қолына түссе де қауіпсіз болады. Егер пайдаланушы қорғалған файлды ашпақшы болса, онда қолданба RMS-сервермен байланыс жасайды, одан кейін пайдаланушының өкілеттілігін растайды және егер осы пайдаланушыға деректермен жұмыс істеуге рұқсат етілген болса, сервер осы файлды кері шифрлауға мүмкіндік беретін кілтті қолданбаға жібереді.

DLP-жүйесі жасырын ақпаратты қорғаудың сенімді тәсілдердің бірі болып табылады. DLP-жүйелер – жасырын ақпараттың сыртқа кетуінің алдын алуға мүмкіндік беретін технологиялар. DLP-жүйелеріне арналған көптеген терминдер бар. Олардың ішіндегі ең дәлі деп Forrester агенттігі ұсынған Data Leak Prevention (**DLP**) термині саналады. Жалпы қолданыстағы термин ретінде «деректерді сыртқа кетуінен қорғау» (Data Leak/Loss Prevention) қалыптасқан. «Жасырын деректерді ішкі қауіптерден қорғау жүйесі» деп те аталады [1,4,7].

DLP-жүйелерінің негізгі мақсаты лауазымдық міндеттері арқасында ақпаратқа қол жеткізе алатын қызметкерлердің жасырын ақпаратты сыртқа жіберулерінің (таратуларының) алдын алу болып табылады. DLP-жүйелері қызметкерлердің іс-әрекеттеріне, олардың жұмыс уақыты мен корпоративтік ресурстарды пайдалануын бақылауға қатысты қосымша бірқатар мәселелерді де шеше алады. Бұл жүйелер пайдаланушының іс-әрекеттерін және файлдармен жасалынып жатқан үдерістерді бақылау арқылы деректердің сыртқа кету арналарын нақты уақытта қадағалап отырады. Осындай бақылаудың сапасы жүйінің құпия емес ақпаратты жасырын деректерден ажырату қабілетіне тікелей байланысты.

DLP-жүйелерде мынадай мәселелер шешіледі [1, 5]:

• Веб-трафик, электрондық пошта, лездік хабарлар алмасу жүйелері, желілік және жергілікті баспа сияқты негізгі деректер тасымалдау арналары бойындағы жасырын ақпаратты ажырату және сыртқа кетуінің алдын алу, сондай-ақ анықталған әрекеттерге керісінше жауап қайтару;

• болашақта жағымсыз оқиғаларды тергеу қажет болып қалуы мүмкін деген мақсатпен жіберілетін хабарларды мұрағаттау. Әрбір оқиға бойынша қызметтік тергеу жүргізу DLP-жүйесінің маңызды міндеттерінің бірі;

• сырттан ішке, сондай-ақ, іштен сыртқа жағымсыз ақпаратты жіберудің алдын алу;

• ақпараттық ресурстарды қызметкерлердің өздерінің жеке мақсаттары үшін пайдаланудың алдын алу;

• қызметкерлердің жұмыс орнында болу-болмауын бақылау, т.б.

DLP-жүйесінде деректер ағынының талдау контент және контекст (мәнмәтін) деңгейінде жүргізіледі. Контент деңгейінде деректер ағынының талдау контентті сүзгілеуге, яғни ақпараттың мағыналық толтырылуын сүзгілеуге негізделген. Контенттік талдауды жүзеге асыру кезінде контент қандай контейнерде сақталатыны елеулі рөл атқармайды. Негізгі міндет - контейнерден мәнді контентті шығарып алу және ақпаратты тыйым салынған деректер бар/жоқтығына талдау жүргізу [2,4,6].

Контейнерлік талдау (немесе мәнмәтіндік сүзгілеу) кезінде DLP-жүйесі ақпарат жіберіліп жатқан мәнмәтінді тексереді. Мәнмәтіндік сүзгілеу ақпарат жүктелген контейнердің қасиеттерін немесе атрибуттарын талдауға негізделген, яғни оның ақпараттық толтырылуына талдау жасалмайды. Бұл әдісте тек қана қолданбалардың түрі, жіберуші, қабылдаушы, сондай-ақ ішінде ақпараты бар файлдың немесе сол сияқты басқа контейнердің сипаттары талданады. «Тамға» әдісі кезінде әрбір контейнерде оның ішіндегі контент түрін анықтайтын белгілі бір тамға болады. Яғни, жасырын ақпарат салынған файлдар ішіне арнайы тамғалар орналастырылады. Бұл тамғалар осы ақпараттың

жасырындылық деңгейін сипаттайды. Сөйтіп, егер тасымалданатын деректерде жасырын ақпараттың тамғасы кездесетін болса, онда бұндай деректер бұғатталады, ал егер ондай тамға жоқ болса, деректер әрі қарай жіберіледі. Тек тамға қойылған ғана ақпаратты ғана қорғай алатындығы бұл әдістің негізгі кемшіліктерінің бірі болып табылады (яғни тамға жоқ – қорғаныш жоқ).

Жасырын ақпаратты анықтау технологияларының (әдістерінің) мысалдары: сигнатуралар, тамғалар, реттік сөйлемшелер, Байес әдісі, хеш-функциялар («Digital Fingerprints немесе DG», «цифрлық белгілер»), қолдық тексеру («карантин»), т.б. Мәтінге лингвистикалық талдау жасау талдаудың ең көп таралған әдісі болып табылады. Бұл әдіс «контенттік сүзгілеу» деп те аталады. DLP-жүйесінің жұмысы корпоративтік желіге кіретін (шығатын) деректер ағындарын талдауға негізделген. Егер ақпарат ағынында жасырын деректер анықталған болса, DLP-жүйесі келесі іс-әрекеттердің бірін жүзеге асырады: оларды тасымалдауға рұқсат береді, бұғаттайды немесе қауіпсіздік маманына қосымша тексеруге жібереді.

Мәселен, сигнатуралар жасырын ақпаратты анықтаудың ең оңай әдісі болып табылады. Бұл әдісте деректер ағыны ішінде белгілі бір символдар тізбегі ізделеді. Бұндай символдар тізбегі «stop-сөз» деп аталады, бірақ жалпы жағдайда «stop-сөз» (тек жеке сөз емес) еркін символдар жиынтығы ретінде де көрсетімделуі мүмкін. Ал хэш-функциясын қолданған кезде жасырын ақпарат үлгісінің әрқайсысынан хэш-функциясының көмегімен «цифрлық белгілер» алынады. Бұл белгілер арнайы DF дерекқорында сақталады. Тап осы алгоритм бойынша талдау жасалынатын құжаттың да «цифрлық белгілері» есептеледі. Одан кейін есептеп алынған «цифрлық белгілер» дерекқордағылармен салыстырылады. Егер дерекқорда мұндай белгі бар екен анықталса, онда талдау жүргізіліп жатқан құжат жасырын ақпарат санатына жатқызылады. Контенттік сүзгілеу кезінде DLP-жүйесінің жасырын ақпарат анықтау дәлдігі айтарлықтай жоғары болады [4,5,6].

DLP-жүйесінің құрамына жолайұстауыштар, басқару сервері және хосттардағы агенттер кіреді [7]. Жолайұстауыштар деректер ағынына талдау жасайды, жасырын ақпаратты анықтайды, одан кейін оны өңдеу үшін басқару серверіне жібереді. Орталық басқару сервері келесідей қызметтер атқарады:

- DLP-жүйесінің барлық бөліктерін бір тұтас жүйеге біріктіру;
- ақпараттық қауіпсіздік бөлімінің қызметкерлеріне жүйені басқаруға мүмкіндік беру;
- ішінде жасырын ақпарат бар деректерді анықтау;
- жасырын ақпаратпен жұмыс істеуге қатысты қауіпсіздік саясатын әзірлеу және тарату;
- ақпараттық қауіпсіздікті бұзуға бағытталған жарамсыз оқиғалар жайында мәліметтер жинау, сақтау және өңдеу.

Жұмыс стансалары мен серверлерде орнатылған агенттер (агенттік бағдарламалар): жасырын даректерді ақпарат тасуыштарға көшірмелеу, деректерді алмасу буферіне жазу/оқу, экран бетінен («Print Screen») мәліметтер алу, жергілікті дискілерде жасырын ақпарат іздеу сияқты іс-әрекеттерге бақылау жасайды.

DLP-жүйелерін белсенді (деректердің сыртқа кетуін анықтайды және бұғаттайды, яғни нақты уақыт режімінде деректердің сыртқа кетуінің алдын алады) және бейбелсенді (деректердің сыртқа кетуін анықтайды және аяқ алған оқиға туралы тек қана хабарлама жібереді) деп бөлуге болады. DLP-жүйелерінің хосттық, желілік және аралас түрлері ажыратылады. Хосттық DLP-жүйелері әрбір клиенттік компьютерлерде және серверде орнатылады. Сыртқы құрылғыларды пайдалану мәселелерін шешу үшін, пайдаланушылардың принтерлермен әрекеттерін бақылау және соңынан талдау жасау мақсатында басып шығарылатын құжаттардың көшірмелерін сақтау үшін қолданылады. Осындай DLP-жүйелерін тек кішігірім мекемелерде, компанияларда пайдалануға болады. Желілік DLP-жүйелер өзі арқылы өтетін барлық деректерді сүзгілейді. Бұндай DLP-жүйелер шығыс поштаны, http- және FTP-трафиктерін, жедел хабар алмасу қызметтерін, т.б. бақылауға мүмкіндік береді. Жасырын ақпарат анықталған кезде желілік DLP-жүйелер жіберілетін файлды бұғаттап тастауы мүмкін. Дұрыс бапталған кезде желілік DLP-жүйелер жасырын ақпараттың сыртқа кету қатерін айтарлықтай кеміте алады [2, 3].

DLP-жүйелері ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін ең танымал шешімдердің бірі болып табылады. Бұндай жүйелердің компанияның ақпараттық қауіпсіздігін жоғары деңгейге жеткізу қабілеті бар. Бәрі-бір, DLP-жүйесінде аздап болса да ақпараттың сыртқа кетуі мүмкіндігі сақталады, сондай-ақ этика мәселелеріне және ақпарат тасуыштарды, компьютерлерді ұрлаудан қорғау мәселесіне, т.б. көңіл бөлу керектігін атап кетуге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Мастер-класс «Системы DLP: Ваша конфиденциальная информация не уйдет «на сторону». http://www.topsbi.ru/default.asp?trID=1206

2. Защита от внутренних угроз (DLP). http://secrating.ru/companies/infozaschita/zaschita-ot-vnutrennih-ugroz-dlp

3. Раевский А. Внутренние угрозы: новый вызов корпоративным службам ИБ. http://kirov.antiviruspro.com/news/full/novosti_rinka/vnutrennie_ugrozi_novij_vizov_korporativnim_sluzhbam/

4. DLP. http://www.wikisec.ru/index.php?title=DLP, 2012.

5. Information Protection and Control. Материал из Википедии. 2014

6. Сулавко А.Е. Технологии защиты от внутренних угроз информационной безопасности. http://www.isu.kasib.ru/scince/journal/detail.php?ID=1451

7. Системы DLP – Who? What? Where? How? http://www.topsbi.ru/default.asp?artID=1675

REFERENCES

1. Master-klass «Sistemy DLP: Vasha konfidentsialnaya informatsiya ne uidett «na storonu». http://www.topsbi.ru/default.asp?trID=1206

2. Zashchita ot vnutrennikh ugrozз (DLP). http://secrating.ru/companies/infozaschita/zaschita-ot-vnutrennih-ugroz-dlp

3. Raevskiy A. Vnutrennie ugrozy: novyy vyzov korporativnym sluzhbam IB. http://kirov.antiviruspro.com/news/full/novosti_rinka/vnutrennie_ugrozi_novij_vizov_korporativnim_sluzhbam/

4. DLP. http://www.wikisec.ru/index.php?title=DLP, 2012.

5. Information Protection and Control. Material iz Vikipedii, 2014

6. Sullavko A.E. Tekhnologii zashchity ot vnutrennikh ugroz informatsionnoi bezopasnosti. http://www.isu.kasib.ru/scince/journal/detail.php?ID=1451

7. Sistemy DLP – Who? What? Where? How? http://www.topsbi.ru/default.asp?artID=1675

Турым А.Ш., Сейлова Н.А., Оган А.

Технологии защиты от инсайдеров в компьютерных сетях

Резюме. Рассмотрены распространенные типы технологии обеспечения внутренней безопасности, в том числе, DLP-системы, как одно из самых востребованных решений для обеспечения информационной безопасности. Приведены основные типы инсайдеров, технологий для распознавания конфиденциальной информации, а также задачи, решаемые в DLP-системах и разновидности систем защиты конфиденциальных данных от внутренних угроз.

Ключевые слова: инсайдеры, информационная безопасность, конфиденциальные информации, внутренние угрозы, утечка информации, DLP-системы.

Turym A.Sh., Seilova N.A., Ogan A.

Protection technology insiders in computer networks

Summary. Considered common types of technology for internal security, including, DLP-system, as one of the most popular solutions for information security. The main types of insiders, technology to detect confidential information, as well as problems to be solved in the DLP-systems and the variety of systems for protecting sensitive data from internal threats.

Key words: insiders, information security, confidential information, internal threats, information leaks, DLP-system.

УДК 539.3+624.195

[1]В.Н. Украинец, [2]Ж.О. Отарбаев, [3]С.Р. Гирнис

([1]Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова
Павлодар, Республика Казахстан, vitnikukr@mail.ru
[2]Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан
[3]Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова
Павлодар, Республика Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ, ПОДКРЕПЛЕННОГО ДВУХСЛОЙНОЙ ОБДЕЛКОЙ ТОННЕЛЯ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ, ПРИ ДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ

Аннотация. На основе решения задачи о действии бегущей нагрузки на двухслойную оболочку в упругом полупространстве исследуется влияние геометрических и физико-механических параметров двухслойной обделки тоннеля мелкого заложения на его напряжённо-деформированное состояние при действии транспортной нагрузки (нагрузки от движущегося внутритоннельного транспорта).

Ключевые слова: тоннель, слоистая оболочка, транспортная нагрузка, напряженно-деформированное состояние.

1. Постановка и аналитическое решение задачи. В качестве расчетной схемы тоннеля рассмотрим бесконечно длинную круговую цилиндрическую полость радиусом R_1, расположенную в линейно-упругом, однородном и изотропном полупространстве $x \le h$ ($h>R_1$) параллельно его ненагруженной горизонтальной границе $x = h$, подкреплённую двухслойной оболочкой, внутренним слоем которой является тонкостенная упругая оболочка толщиной h_0 и радиусом срединной поверхности R_2, а наружным – толстая упругая оболочка (в силу малости h_0 принимаем, что тонкостенная оболочка контактирует с толстой оболочкой вдоль своей срединной поверхности). Условимся внутренний слой двухслойной оболочки называть несущим слоем, а наружный – ограждающим слоем. Контакт между слоями оболочки и последней с массивом полагаем жёстким. Пусть на внутреннюю поверхность оболочки действует нагрузка интенсивностью P, движущаяся с постоянной скоростью c в направлении оси z (совпадающей с осью оболочки) декартовой системы координат xyz. Скорость движения нагрузки принимаем дозвуковой, т.е. меньше скоростей распространения волн сдвига в ограждающем слое и массиве, – характерной для современных транспортных средств. Физико-механические свойства полупространства (массива) и ограждающего слоя характеризуются следующими постоянными: ν_1, μ_1, ρ_1; ν_2, μ_2, ρ_2, где ν_k – коэффициент Пуассона, μ_k – модуль сдвига, ρ_k – плотность ($k = 1, 2$). Здесь и в дальнейшем индекс $k = 1$ относится к массиву, а $k = 2$ – к ограждающему слою.

Поскольку рассматривается установившийся процесс, можно перейти к подвижной декартовой (x, y $\eta = z - ct$) или цилиндрической (r, θ, $\eta = z - ct$) системе координат. Для описания движения массива и ограждающего слоя используем динамические уравнения теории упругости

$$\left(M_{pk}^{-2} - M_{sk}^{-2}\right)\operatorname{graddiv}\mathbf{u}_k + M_{sk}^{-2}\nabla^2\mathbf{u}_k = \partial^2\mathbf{u}_k / \partial\eta^2, \; k = 1, 2, \tag{1}$$

где $M_{pk} = c/c_{pk}$, $M_{sk} = c/c_{sk}$ – числа Маха; $c_{pk} = \sqrt{(\lambda_k + 2\mu_k)/\rho_k}$, $c_{sk} = \sqrt{\mu_k/\rho_k}$ – скорости распространения волн расширения-сжатия и сдвига в массиве и ограждающем слое, $\lambda_k = 2\mu_k\nu_k/(1-2\nu_k)$; $\mathbf{u}_k$ – векторы смещений точек массива и ограждающего слоя, ∇^2 – оператор Лапласа.

Для описания движения несущего слоя воспользуемся классическими уравнениями теории тонких оболочек, которые в подвижной системе координат имеют подобный [1] вид

$$\begin{aligned}
&\left[1 - \frac{(1-\nu_0)\rho_0 c^2}{2\mu_0}\right]\frac{\partial^2 u_{0\eta}}{\partial\eta^2} + \frac{1-\nu_0}{2R^2}\frac{\partial^2 u_{0\eta}}{\partial\theta^2} + \frac{1+\nu_0}{2R}\frac{\partial^2 u_{0\theta}}{\partial\eta\partial\theta} + \frac{\nu_0}{R}\frac{\partial u_{0r}}{\partial\eta} = \frac{1-\nu_0}{2\mu_0 h_0}\left(P_\eta - q_{\eta 2}\right),\\
&\frac{1+\nu_0}{2R}\frac{\partial^2 u_{0\eta}}{\partial\eta\partial\theta} + \frac{(1-\nu_0)}{2}\left(1 - \frac{\rho_0 c^2}{\mu_0}\right)\frac{\partial^2 u_{0\theta}}{\partial\eta^2} + \frac{1}{R^2}\frac{\partial^2 u_{0\theta}}{\partial\theta^2} + \frac{1}{R^2}\frac{\partial u_{0r}}{\partial\theta} = \frac{1-\nu_0}{2\mu_0 h_0}\left(P_\theta - q_{\theta 2}\right),\\
&\frac{\nu_0}{R}\frac{\partial u_{0\eta}}{\partial\eta} + \frac{1}{R^2}\frac{\partial u_{0\theta}}{\partial\theta} + \frac{h_0^2}{12}\nabla^2\nabla^2 u_{0r} + \frac{(1-\nu_0)\rho_0 c^2}{2\mu_0}\frac{\partial^2 u_{0r}}{\partial\eta^2} + \frac{u_{0r}}{R^2} = -\frac{1-\nu_0}{2\mu_0 h_0}\left(P_r - q_{r2}\right).
\end{aligned} \tag{2}$$

Здесь $R = R_2$; $u_{0\eta}$, $u_{0\theta}$, u_{0r} – перемещения точек срединной поверхности несущего слоя; ν_0, μ_0, ρ_0 – коэффициент Пуассона, модуль сдвига и плотность его материала; $P_j(\theta,\eta)$ – составляющие интенсивности нагрузки $P(\theta,\eta)$; $q_{j2} = \sigma_{rj2}\big|_{r=R_2}$ – составляющие реакции ограждающего слоя, σ_{rj2} – компоненты тензоров напряжений в ограждающем слое, $j = \eta, \theta, r$.

Выразим векторы $\mathbf{u}_k$ через потенциалы Ламе

$$\mathbf{u}_k = \operatorname{grad}\varphi_{1k} + \operatorname{rot}\left(\varphi_{2k}\mathbf{e}_\eta\right) + \operatorname{rot}\operatorname{rot}\left(\varphi_{3k}\mathbf{e}_\eta\right), \; k = 1, 2, \tag{3}$$

которые, как следует из (1) и (3), удовлетворяют уравнениям

$$\nabla^2\varphi_{jk} = M_{jk}^2\,\partial^2\varphi_{jk}/\partial\eta^2, \; j = 1, 2, 3, \; k = 1, 2, \tag{4}$$

где $\mathbf{e}_\eta$ – орт оси η, $M_{1k} = M_{pk}$, $M_{2k} = M_{3k} = M_{sk}$.

Через эти же потенциалы можно выразить компоненты тензоров напряжений в массиве и ограждающем слое σ_{lmk}, связанные с компонентами векторов перемещений u_{lk} законом Гука ($l, m = r,\theta,\eta$, $k = 1, 2$; $l, m = x,y,\eta$, $k = 1$).

Рассмотрим вначале подвижную нагрузку с произвольной зависимостью от угловой координаты и изменяющуюся вдоль оси η синусоидально

$$P(\theta,\eta)=p(\theta)e^{i\xi\eta},\quad p(\theta)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}P_n e^{in\theta},;\ P_j(\theta,\eta)=p_j(\theta)e^{i\xi\eta},\quad p_j(\theta)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}P_{nj}e^{in\theta},\quad j=r,\theta,\eta, \tag{5}$$

где константа ξ определяет период $T = 2\pi/\xi$ действующей нагрузки.

Потенциалы Ламе представим в аналогичном виде: $\varphi_{jk}(r, \theta, \eta) = \Phi_{jk}(r, \theta)e^{i\xi\eta}$. Подставляя последнее выражение в (4), получим

$$\nabla_2^2\Phi_{jk}-m_{jk}^2\xi^2\Phi_{jk}=0,\ j=1,2,3,\ \ k=1,2, \tag{6}$$

где $m_{jk}^2=1-M_{jk}^2$, $m_{1k}\equiv m_{pk}$, $m_{2k}=m_{3k}\equiv m_{sk}$, ∇_2^2 – двумерный оператор Лапласа.

В дозвуковом случае $M_{sk} < 1$ ($m_{sk} > 0$, $k = 1, 2$), и решения уравнений (6) можно представить в виде

$$\Phi_{jk}=\Phi_{jk}^{(1)}+\Phi_{jk}^{(2)},\ j=1,2,3,\ \ k=1,2, \tag{7}$$

где:

- для массива

$$\Phi_{j1}^{(1)}=\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nj}K_n\left(k_{j1}r\right)e^{in\theta},\ \ \Phi_{j1}^{(2)}=\int_{-\infty}^{\infty}g_j(\xi,\zeta)\exp\left(iy\zeta+(x-h)\sqrt{\zeta^2+k_{j1}^2}\right)d\zeta;$$

- для ограждающего слоя

$$\Phi_{j2}^{(1)}=\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nj+3}K_n\left(k_{j2}r\right)e^{in\theta},\ \Phi_{j2}^{(2)}=\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nj+6}I_n(k_{j2}r)\,e^{in\theta}.$$

Здесь $I_n(k_j r), K_n(k_j r)$ – соответственно модифицированные функции Бесселя и функции Макдональда, $k_{j1}=\left|m_{j1}\xi\right|$, $k_{j2}=\left|m_{j2}\xi\right|$, $j = 1,2,3$; $g_j(\xi,\zeta)$, $a_{n1},...,a_{n9}$ – неизвестные функции и коэффициенты, подлежащие определению.

Как показано в [1,2], представление потенциалов для полупространства в форме (7) приводит к их следующим выражениям в декартовой системе координат:

$$\Phi_{j1}=\int_{-\infty}^{\infty}\left[\frac{e^{-xf_j}}{2f_j}\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nj}\Phi_{nj}+g_j(\xi,\zeta)e^{(x-h)f_j}\right]e^{iy\zeta}d\zeta, \tag{8}$$

где $f_j=\sqrt{\zeta^2+k_{j1}^2}$, $\Phi_{nj}=\left[\left(\zeta+f_j\right)/k_{j1}\right]^n$, $j=1,2,3$.

Воспользуемся с учётом (8) граничными условиями на свободной от нагрузок поверхности полупространства:

при $x = h$ $\quad\sigma_{xx1}=\sigma_{xy1}=\sigma_{x\eta1}=0$.

Выделяя коэффициенты при $e^{iy\zeta}$ и приравнивая, в силу произвольности y, их нулю, получим систему трёх уравнений, из которой выражаем функции $g_j(\xi,\zeta)$ через неизвестные коэффициенты a_{n1}, a_{n2}, a_{n3}:

$$g_j(\xi,\zeta)=\frac{1}{\Delta_*}\sum_{l=1}^{3}\Delta_{jl}^{*}e^{-hf_l}\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nl}\Phi_{nl}. \tag{9}$$

Вид определителя Δ_* и алгебраических дополнений Δ_{jl}^{*} совпадает с аналогичными определителями для неподкрепленной полости в упругом полупространстве и определён в [2]. Там же показано, что $\Delta_*(\xi,\zeta)$ не обращается в ноль при любых ζ, если скорость c бегущей нагрузки меньше скорости c_R рэлеевской волны в полупространстве.

Скорость $c = c_R$ является *точкой бифуркации* решения задачи. При $c \geq c_R$ нарушатся единственность решения. Если отказаться от условия затухания решения на бесконечности позади транспортной нагрузки, то можно выделить единственное решение, затухающее на бесконечности впереди транспортной нагрузки, что соответствует физическим представлениям. В этом случае в тоннеле возникают свободные поверхностные волны, описывающие незатухающие колебания его

обделки. Следует отметить, что в реальных средах рэлеевская скорость c_R несколько ниже (на 5÷10%) скорости волн сдвига.

Пусть $c < c_R$. В этом случае все подынтегральные функции в (8) непрерывны и экспоненциально стремятся к нулю на бесконечности. С учетом (9), формулы (8) имеют вид

$$\Phi_{j1} = \int_{-\infty}^{\infty}\left[\frac{e^{-xf_j}}{2f_j}\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nj}\Phi_{nj} + e^{(x-h)f_j}\sum_{l=1}^{3}\frac{\Delta_{jl}^*}{\Delta_*}e^{-hf_l}\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nl}\Phi_{nl}\right]e^{iy\zeta}d\zeta .$$

Используя известное при $x < h$ соотношение

$$\exp\left(iy\zeta + (x-h)\sqrt{\zeta^2+k_j^2}\right) = \sum_{n=-\infty}^{\infty}I_n(k_j r)e^{in\theta}\left[\left(\zeta+\sqrt{\zeta^2+k_j^2}\right)\Big/k_j\right]^n e^{-h\sqrt{\zeta^2+k_j^2}}$$

представим Φ_{j1} (7) с учётом (9) в цилиндрической системе координат для $c < c_R$

$$\Phi_{j1} = \sum_{n=-\infty}^{\infty}\left(a_{nj}K_n(k_{j1}r) + b_{nj}I_n(k_{j1}r)\right)e^{in\theta},$$

где $b_{nj} = \sum_{l=1}^{3}\sum_{m=-\infty}^{\infty}a_{ml}A_{nj}^{ml}$, $A_{nj}^{ml} = \int_{-\infty}^{\infty}\frac{\Delta_{jl}^*}{\Delta_*}\Phi_{ml}\Phi_{nj}e^{-h(f_l+f_j)}d\zeta$.

Подставив найденные для потенциалов соотношения в выражения для компонент напряженно-деформированного состояния (НДС) массива и ограждающего слоя, можно получить выражения для перемещений u_{lk}^* и напряжений σ_{lmk}^* (* означает, что данные компоненты соответствуют случаю действия на оболочку синусоидальной подвижной нагрузки), где неизвестными будут только коэффициенты $a_{n1},\ldots,a_{n9}$ ($l, m = r,\theta,\eta$, $k = 1, 2$; $l, m = x,y,\eta$, $k = 1$).

Так как при действии на оболочку бегущей синусоидальной нагрузки в установившемся состоянии зависимость всех величин от η имеет вид (5), то

$$u_{0j}(\theta,\eta) = \sum_{n=-\infty}^{\infty}u_{0nj}e^{in\theta}e^{i\xi\eta}, \quad j = r,\theta,\eta . \tag{10}$$

Подставляя (10) в (2), для n-го члена разложения получим

$$\begin{aligned}
&\varepsilon_1^2 u_{0n\eta} + \nu_{02}n\xi_0 u_{0n\theta} - 2i\nu_0\xi_0 u_{0nr} = G_0\left(P_{n\eta} - q_{m\eta 2}\right),\\
&\nu_{02}n\xi_0 u_{0n\eta} + \varepsilon_2^2 u_{0n\theta} - 2inu_{0nr} = G_0\left(P_{n\theta} - q_{n\theta 2}\right),\\
&2i\nu_0\xi_0 u_{0n\eta} + 2inu_{0n\theta} + \varepsilon_3^2 u_{0nr} = G_0\left(P_{nr} - q_{nr2}\right),
\end{aligned} \tag{11}$$

где $\varepsilon_1^2 = \alpha_0^2 - \varepsilon_0^2$, $\varepsilon_2^2 = \beta_0^2 - \varepsilon_0^2$, $\varepsilon_3^2 = \gamma_0^2 - \varepsilon_0^2$, $\xi_0 = \xi R$,

$\alpha_0^2 = 2\xi_0^2 + \nu_{01}n^2$, $\beta_0^2 = \nu_{01}\xi_0^2 + 2n^2$, $\gamma_0^2 = \chi^2\left(\xi_0^2+n^2\right)^2 + 2$, $\varepsilon_0^2 = \nu_{01}\xi_0^2 M_{s0}^2$,

$\nu_{01} = 1-\nu_0$, $\nu_{02} = 1+\nu_0$, $M_{s0} = c/c_{s0}$, $c_{s0} = \left(\mu_0/\rho_0\right)^{1/2}$, $\chi^2 = \frac{h_0^2}{6R^2}$, $G_0 = -\left(\nu_{01}R^2\right)/\left(\mu_0 h_0\right)$;

при $r = R_1$: $q_{nj2} = (\sigma_{rj2}^*)_n$, $j = \eta, \theta, r$.

Разрешая (11) относительно $u_{0n\eta}$, $u_{0n\theta}$, u_{0nr}, находим

$$u_{0n\eta} = \frac{G_0}{\delta_n}\sum_{j=1}^{3}\delta_{\eta j}\left(P_{nj} - q_{nj2}\right),\ u_{0n\theta} = \frac{G_0}{\delta_n}\sum_{j=1}^{3}\delta_{\theta j}\left(P_{nj} - q_{nj2}\right),\ u_{0nr} = \frac{G_0}{\delta_n}\sum_{j=1}^{3}\delta_{rj}\left(P_{nj} - q_{nj2}\right).$$

Здесь $\delta_n = \delta_{|n|} = \left(\varepsilon_1\varepsilon_2\varepsilon_3\right)^2 - \left(\varepsilon_1\xi_1\right)^2 - \left(\varepsilon_2\xi_2\right)^2 - \left(\varepsilon_3\xi_3\right)^2 + 2\xi_1\xi_2\xi_3$,

$\delta_{\eta 1} = \left(\varepsilon_2\varepsilon_3\right)^2 - \xi_1^2$, $\delta_{\eta 2} = \xi_1\xi_2 - \xi_3\varepsilon_3^2$, $\delta_{\eta 3} = i\left(\varepsilon_2^2\xi_2 - \xi_1\xi_3\right)$,

$\delta_{\theta 1} = \delta_{\eta 2}$, $\delta_{\theta 2} = \left(\varepsilon_1\varepsilon_3\right)^2 - \xi_2^2$, $\delta_{\theta 3} = i\left(\varepsilon_1^2\xi_1 - \xi_2\xi_3\right)$,

$\delta_{r1} = -\delta_{\eta 3}$, $\delta_{r2} = -\delta_{\theta 3}$, $\delta_{r3} = \left(\varepsilon_1\varepsilon_2\right)^2 - \xi_3^2$, $\xi_1 = 2n$, $\xi_2 = 2\nu_0\xi_0$, $\xi_3 = \nu_{02}\xi_0 n$;

для q_{nj1} и q_{nj2} индекс $j = 1$ соответствует индексу η, $j = 2 - \theta$, $j = 3 - r$.

Для определения коэффициентов $a_{n1},\ldots,a_{n9}$ воспользуемся следующими граничными условиями:

при $r = R_1$ $\quad u^*_{j1} = u^*_{j2}$, $\sigma^*_{rj1} = \sigma^*_{rj2}$,

при $r = R_2$ $\quad u^*_{j2} = u_{0j}$, $\quad j = r, \theta, \eta$.

Подставляя в граничные условия соответствующие выражения и приравнивая коэффициенты рядов при $e^{in\theta}$, для определенных граничных условий получим бесконечную систему ($n = 0, \pm1, \pm2,\ldots$) линейных алгебраических уравнений блочно-диагонального типа с матрицами (9×9) вдоль главной диагонали, для решения которой рекомендуется использовать метод последовательных отражений (приближений) [2].

Зная решение задачи для синусоидальной нагрузки (5), реакцию оболочки и окружающей её среды на движущуюся с постоянной скоростью апериодическую (локальную) нагрузку характерного для транспортных средств вида $P(\theta,\eta) = p(\theta)p(\eta)$ можно найти при помощи суперпозиции, используя представление нагрузки и компонент НДС массива и ограждающего слоя в виде интегралов Фурье

$$P(\theta,\eta) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} P^*(\theta,\xi)e^{i\xi\eta}d\xi = p(\theta)p(\eta) = p(\theta)\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} p^*(\xi)e^{i\xi\eta}d\xi,$$

$$P_m(\theta,\eta) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} P^*_m(\theta,\xi)e^{i\xi\eta}d\xi = p_m(\theta)p(\eta) = p_m(\theta)\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} p^*(\xi)e^{i\xi\eta}d\xi,\ m = r,\theta,\eta;$$

$$u_{lk}(r,\theta,\eta) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} u^*_{lk}(r,\theta,\xi)p^*(\xi)d\xi,\quad \sigma_{lmk}(r,\theta,\eta) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} \sigma^*_{lmk}(r,\theta,\xi)p^*(\xi)d\xi, \qquad (12)$$

$l = r,\theta,\eta,\ m = r,\theta,\eta$, $k = 1, 2$.

Здесь $p^*(\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} p(\eta)e^{-i\xi\eta}d\eta$.

Для вычислений перемещений и напряжений (12) можно использовать любой численный метод интегрирования, если определители $\Delta_n(\xi, c)$ разрешающей системы линейных алгебраических уравнений отличны от нуля, т.е. когда скорость движения нагрузки c меньше её критических скоростей $c_{(n)*}$, которые могут оказаться меньше, чем скорость волны Рэлея в окружающем упругом массиве. Значения $c_{(n)*}$ зависят от числа n и определяются из дисперсионных уравнений $\Delta_n(\xi, c) = 0$ как минимумы соответствующих этим уравнениям дисперсионных кривых $c \sim \xi$. Причём, минимальная критическая скорость, как показывают расчёты, имеет место при $n = 0$ ($\min c_{(n)*} = c_{(0)*}$) [1].

2. Численные эксперименты. Рассмотрим подкрепленный двухслойной обделкой тоннель мелкого заложения ($h = 2R_2$) в массиве со следующими характеристиками: $\nu_1 = 0{,}25$, $\mu_1 = \mu = 4{,}0\cdot10^3$МПа, $\rho_1 = 2{,}6\cdot10^3$кг/м^3 [3]; $c_{s1} = 1240{,}35$ м/с, $c_R = 1140{,}42$ м/с. Параметры внутреннего (несущего) слоя: $R_2 = R = 1$м, $h_0/R = 0{,}02$; $\nu_0 = 0{,}3$, $\mu_0 = 8{,}08\cdot10^4$МПа, $\rho_0 = 7{,}8\cdot10^3$кг/м^3 (сталь). Параметры наружного (ограждающего) слоя толщиной $h_c = R_1 - R_2$: $\nu_2 = 0{,}25$, $\mu_2 = 2{,}8\cdot10^3$МПа, $\rho_2 = 2{,}65\cdot10^3$кг/м^3 [3]; $c_{s2} = 1028$м/с. Этот слой является менее жёстким, чем окружающий его массив ($\mu_2 < \mu_1$). Контакт между слоями обделки и последней с массивом полагаем жёстким.

Исследуем напряжённо-деформированное состояние рассматриваемого тоннеля (без ограждающего слоя и подкрепленного двухслойной обделкой с указанными физико-механическими характеристиками ограждающего слоя) при воздействии бегущей со скоростью $c = 100$м/с осесимметричной нормальной нагрузки давления, равномерно распределённой в интервале $|\eta| \le 0{,}2R$. Интенсивность нагрузки выбиралась таким образом, чтобы общая нагрузка по всей длине участка нагружения равнялась сосредоточенной нормальной кольцевой нагрузке P°. При приведении и описании результатов расчетов будем использовать следующие обозначения: $u^\circ_r = u_r\mu/P^\circ$(м), $\sigma^\circ_{rr} = \sigma_{rr}/P^\circ$, $\sigma^\circ_{\theta\theta} = \sigma_{\theta\theta}/P^\circ$, $\sigma^\circ_{\eta\eta} = \sigma_{\eta\eta}/P^\circ$; $u^\circ_x = u_x\mu/P^\circ$(м), $u^\circ_y = u_y\mu/P^\circ$(м), $\sigma^\circ_{yy} = \sigma_{yy}/P^\circ$.

Результаты расчётов напряжённо-деформированного состояния контактирующей со стальной оболочкой поверхности в координатной плоскости xy ($\eta = 0$) представлены в таблице 1. Из анализа результатов следует, что в случае менее жёсткого, по отношению к массиву, ограждающего слоя перемещения u_r контактных точек возрастают, а значения нормальных напряжений $|\sigma_{rr}|$, $|\sigma_{\eta\eta}|$ и $\sigma_{\theta\theta}$ в этих точках снижаются. Причём с увеличением толщины слоя эта тенденция для u_r и $|\sigma_{rr}|$

усиливается. При использовании более жёсткого, чем массив ограждающего слоя – бетона, происходит обратный эффект.

На рис. 1 изображены эпюры радиальных перемещений u°_r на контуре контактной поверхности $r = R = 1$м, при $\eta = 0$. Нумерация кривых соответствует: 1 – обделка без ограждающего слоя; 2, 3 – обделка с ограждающим слоем в случае $\mu_2 < \mu_1$, соответственно при $h_c/R = 0{,}1$; 0,5; 4, 5 – обделка с ограждающим слоем из бетона (т.е. в случае $\mu_2 > \mu_1$) при тех же отношениях $h_c/R = 0{,}1$; 0,5.

Таблица 1. **Компоненты НДС контура контактной поверхности $r = R = 1$м**

h_c/R	Комп. НДС	θ, град									
		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
Обделка без ограждающего слоя											
0	u°_r	0,45	0,44	0,41	0,38	0,36	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36
	σ°_{rr}	-2,04	-2,04	-2,03	-2,03	-2,03	-2,04	-2,04	-2,05	-2,05	-2,06
	$\sigma^{\circ}_{\theta\theta}$	0,18	0,19	0,23	0,24	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14
	$\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$	-0,96	-0,95	-0,94	-0,92	-0,92	-0,92	-0,92	-0,92	-0,93	-0,93
Обделка с ограждающим слоем при $\mu_2 < \mu_1$											
0,1	u°_r	0,49	0,47	0,44	0,41	0,39	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39
	σ°_{rr}	-2,02	-2,02	-2,01	-2,01	-2,01	-2,02	-2,02	-2,03	-2,03	-2,04
	$\sigma^{\circ}_{\theta\theta}$	-0,01	0,0	0,02	0,03	0,03	0,01	0,0	-0,02	-0,03	-0,04
	$\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$	-0,85	-0,84	-0,83	-0,83	-0,82	-0,82	-0,83	-0,83	-0,83	-0,83
0,5	u°_r	0,56	0,55	0,51	0,47	0,44	0,43	0,43	0,44	0,45	0,45
	σ°_{rr}	-1,96	-1,95	-1,95	-1,94	-1,95	-1,95	-1,96	-1,97	-1,97	-1,98
	$\sigma^{\circ}_{\theta\theta}$	0,11	0,12	0,15	0,16	0,16	0,14	0,12	0,10	0,08	0,08
	$\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$	-0,84	-0,84	-0,83	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,83	-0,83
Обделка с ограждающим слоем при $\mu_2 > \mu_1$ (сталебетонная обделка)											
0,1	u°_r	0,34	0,33	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28
	σ°_{rr}	-2,11	-2,10	-2,09	-2,07	-2,07	-2,07	-2,09	-2,10	-2,11	-2,12
	$\sigma^{\circ}_{\theta\theta}$	1,46	1,47	1,47	1,43	1,38	1,35	1,35	1,37	1,38	1,39
	$\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$	-1,55	-1,54	-1,53	-1,52	-1,51	-1,50	-1,49	-1,49	-1,48	-1,48
0,5	u°_r	0,22	0,21	0,20	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
	σ°_{rr}	-2,21	-2,21	-2,20	-2,19	-2,19	-2,19	-2,20	-2,21	-2,21	-2,22
	$\sigma^{\circ}_{\theta\theta}$	0,62	0,63	0,66	0,66	0,65	0,62	0,60	0,59	0,58	0,59
	$\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$	-1,33	-1,32	-1,30	-1,29	-1,28	-1,27	-1,27	-1,27	-1,27	-1,27

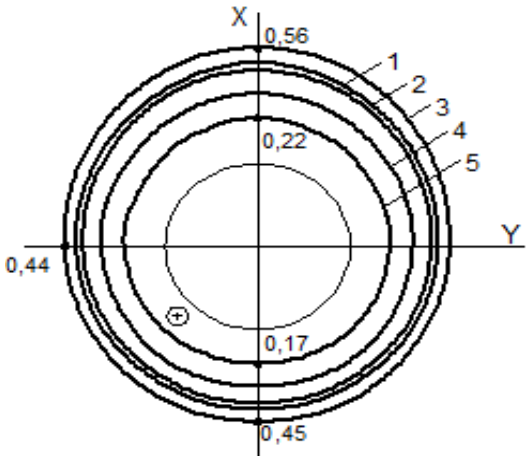


Рис. 1. Эпюры радиальных перемещений u°_r на контуре контактной поверхности $r = R = 1$м, при $\eta = 0$

Расчёты показывают, что с удалением от поверхности контакта со стальной оболочкой по вертикали вглубь массива ($x \to -\infty$, $\eta = 0$) все компоненты напряжённо-деформированного состояния последнего затухают до нулевых значений при $|x| = 4 \div 5R$, а с удалением в сторону земной

поверхности, вплоть до её достижения, динамическое воздействие нагрузки на массив, как следует из таблицы 2, остаётся довольно существенным.

Таблица 2. **Компоненты НДС массива в точках оси *x***

Комп. НДС	*x/R*								
	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0
Обделка без ограждающего слоя									
u°_r	0,45	0,38	0,33	0,29	0,26	0,23	0,22	0,20	0,18
σ°_{rr}	-2,04	-1,65	-1,20	-0,83	-0,57	-0,38	-0,25	-0,07	0,0
$\sigma^\circ_{\theta\theta}$	0,18	0,20	0,21	0,20	0,19	0,18	0,19	0,21	0,35
$\sigma^\circ_{\eta\eta}$	-0,96	-0,29	-0,01	0,07	0,09	0,10	0,12	0,19	0,39
Обделка с ограждающим слоем при $\mu_2 < \mu_1$ ($h_c/R = 0,5$)									
u°_r	0,56	0,47	0,39	0,33	0,29	0,27	0,25	0,23	0,21
σ°_{rr}	-1,96	-1,58	-1,16	-0,82	-0,58	-0,39	-0,25	-0,06	0,0
$\sigma^\circ_{\theta\theta}$	0,11	0,13	0,13	0,12	0,10	0,08 0,16	0,17	0,21	0,34
$\sigma^\circ_{\eta\eta}$	-0,84	-0,24	0,0	0,05	0,04	0,0 0,06	0,10	0,19	0,41
Обделка с ограждающим слоем при $\mu_2 > \mu_1$ (сталебетонная обделка, $h_c/R = 0,5$)									
u°_r	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
σ°_{rr}	-2,21	-1,75	-1,22	-0,78	-0,46	-0,25	-0,15	-0,03	0,0
$\sigma^\circ_{\theta\theta}$	0,62	0,60	0,57	0,55	0,55	0,57 0,15	0,13	0,14	0,21
$\sigma^\circ_{\eta\eta}$	-1,33	-0,46	-0,05	0,15	0,32	0,56 0,15	0,13	0,15	0,26

На рис. 2 показаны изменения напряжений $\sigma^\circ_{\eta\eta}$ (*а*), $\sigma^\circ_{\theta\theta}$ (*б*), и перемещений u°_r (*в*) с удалением от поверхности контакта со стальной оболочкой в сторону земной поверхности при $\eta = y = 0$, $h_c/R = 0,5$. Обозначения кривых: 1 – обделка без ограждающего слоя; 2 – обделка с ограждающим слоем в случае $\mu_2 < \mu_1$; 3 – обделка с ограждающим слоем из бетона (т.е. в случае $\mu_2 > \mu_1$). Как видно из рисунка, изменения нормальных напряжений $\sigma_{\theta\theta}$, $\sigma_{\eta\eta}$ по оси *x* имеют более сложный характер, чем изменение радиальных перемещений u_r.

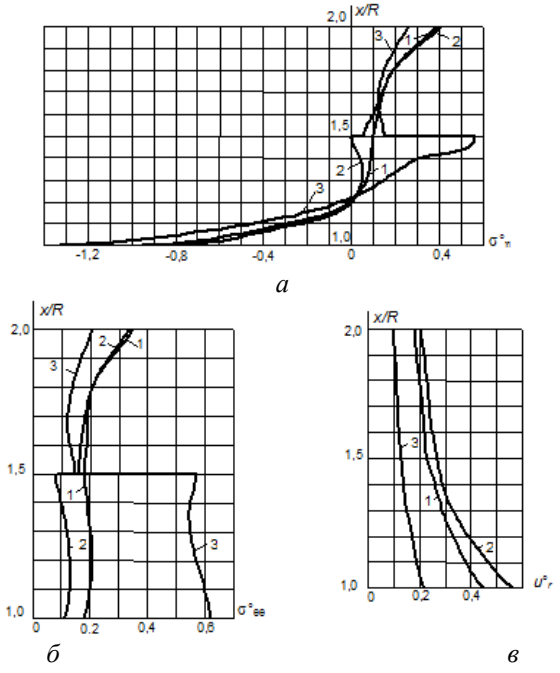
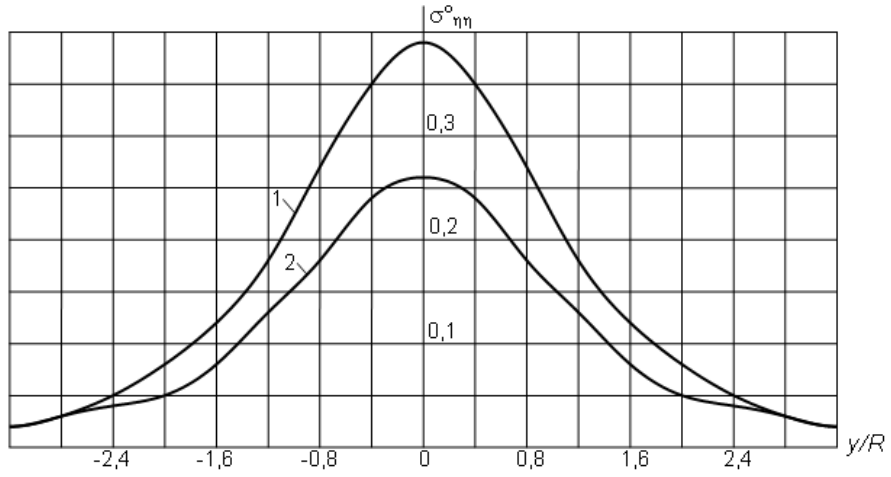
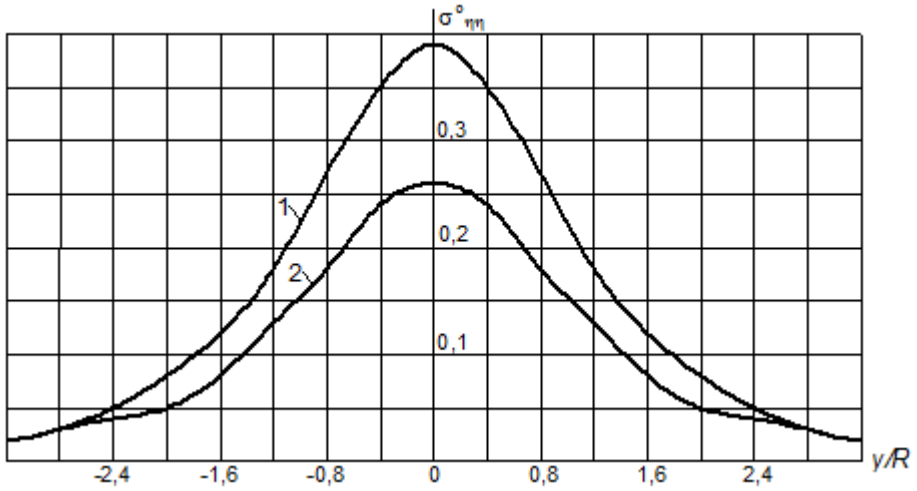


Рис. 2. Изменения напряжений $\sigma^\circ_{\eta\eta}$ (*а*), $\sigma^\circ_{\theta\theta}$ (*б*),
и перемещений u°_r (*в*) с удалением от поверхности контакта со стальной оболочкой

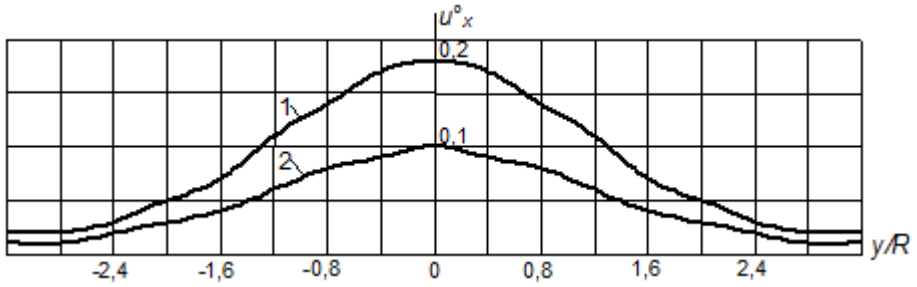
Из анализа результатов расчётов НДС земной поверхности (таблица 3, рис. 3) следует, что использование в качестве ограждающего слоя бетона приводит к существенному снижению на неё динамического воздействия транспортной нагрузки. Применение менее жёсткого, чем массив, ограждающего слоя практически мало отражается на поведении земной поверхности.



а



б



в

Обозначения кривых: обделка без ограждающего слоя (1), обделка с ограждающим слоем из бетона при $h_c/R = 0{,}5$ (2).

Рис. 3. Изменения компонент НДС земной поверхности в плоскости *xy*

Таблица 3. **Компоненты НДС земной поверхности в координатной плоскости *xy* (η = 0)**

h_c/R	Комп. НДС	*y/R*								
		0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2
Обделка без ограждающего слоя										
0	u°_x	0,18	0,17	0,14	0,11	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02
	u°_y	0,0	0,04	0,06	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03
	σ°_{yy}	0,35	0,29	0,15	0,03	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,04
	$\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$	0,39	0,35	0,27	0,18	0,12	0,08	0,05	0,03	0,02
Обделка с ограждающим слоем при $\mu_2 < \mu_1$										
0,1	u°_x	0,19	0,18	0,14	0,11	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02
	u°_y	0,0	0,04	0,06	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03
	σ°_{yy}	0,35	0,28	0,16	0,04	-0,02	-0,03	-0,04	-0,05	-0,04
	$\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$	0,39	0,36	0,27	0,19	0,12	0,08	0,05	0,03	0,02
0,5	u°_x	0,21	0,20	0,16	0,11	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02
	u°_y	0,0	0,04	0,06	0,07	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03
	σ°_{yy}	0,34	0,30	0,18	0,05	-0,02	-0,03	-0,04	-0,05	-0,06
	$\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$	0,41	0,37	0,29	0,20	0,13	0,08	0,05	0,04	0,03
Обделка с ограждающим слоем при $\mu_2 > \mu_1$ (сталебетонная обделка)										
0,1	u°_x	0,14	0,13	0,10	0,08	0,05	0,04	0,02	0,02	0,01
	u°_y	0,0	0,03	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02
	σ°_{yy}	0,28	0,23	0,13	0,03	-0,02	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03
	$\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$	0,34	0,30	0,23	0,16	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02
0,5	u°_x	0,10	0,09	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01
	u°_y	0,0	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01
	σ°_{yy}	0,21	0,17	0,10	0,03	-0,01	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02
	$\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$	0,26	0,24	0,18	0,13	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Л.А., Украинец В.Н. Динамика упругого полупространства с подкрепленной цилиндрической полостью при подвижных нагрузках //Прикладная механика. – 2009. – № 9. – С.75-85.

2. Украинец В.Н. Динамика тоннелей и трубопроводов мелкого заложения под воздействием подвижных нагрузок. – Павлодар: НИЦ ПГУ им. С. Торайгырова, 2006. – 123 с.

3 Булычев Н.С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах. – М.: Недра, 1989. – 270 с.

REFERENS

1. Alekseyeva L.A., Ukrainets V.N. Dynamics of an elastic half-space with the supported cylindrical cavity at mobile loads// Intern. sc. mag. "Applied mechanics". NAN of Ukraine. – 2009. – V.45. – No. 9. – Page 75-85.

2. Ukrainets V.N. Dynamics of tunnels and pipelines of a small embedding under the influence of mobile loads. – Pavlodar: Research Center PSU, 2006. – 123 pages.

3. Bulychev N.S. Mekhanika podzemnykh sooruzhenii v primerakh i zadachakh [Mechanics of underground structures in examples and problems], Moscow, Nedra Publ., 1989, 270 p.

Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.

Көлік жүктемесі әрекетінен екі қабатты қаптамасымен күшейтілген таяз орналасқан тонельдің кернеу-деформациялық күйін зерттеуі.

Түйіндеме. Серпімді жартылай кеңістіктегі екі қабатты қабықшаға жүгірмелі жүктеме әрекеті туралы есептің шешімі негізінде көлік жүктемелері әсер еткенде (ішкітоннельдің жылжымалы көлігінің жүктемесі) таяз орналасқан тоннельдің кернеу-деформациялық күйіне тоннельдің қосқабат қаптамасының геометриялық және физика-механикалық параметрлерінің әсері зерттеленді.

Түйінді сөздер: тоннель, қабатты қабықша, көлік жүктемесі, кернеу-деформациялық күйі.

Ukrainets V.N., Otarbaev Zh.O., Girnis S.R.

Influence of tense-deformed condition of two-layer tunnel lining of a small embedding at action of transport load.

Summary. On base of task solution on effect of moving load on two-layer shell in elastic half-space is researched influence of geometric and physical-mechanical parameters of two-layer tunnel lining of a small embedding on its tense-deformed condition at action of transport loadings (loadings from moving intra tunnel transport).

Key words: tunnel, layered shell, transport load, tense-deformed condition.

ӘОЖ 669.331.8.178(044)

Ш.К. Кошимбаев, У.Н. Иманбекова
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті
Алматы, Қазақстан Республикасы
shamil.koshimbaiev@mail.ru, uli.08@mail.ru)

МЫС КОНЦЕНТРАТТАРЫН ШИХТІЛЕУ МЕН ЭЛЕКТРБАЛҚЫТУ ҮРДІСІНІҢ СТАТИСТИКА-МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҒАЛАУ

Аңдатпа. Бұл мақалада мыс концентраттарын шихтілеу мен электрбалқыту үрдісінің статистикалық-математикалық моделінің параметрлерін бағалау қарастырылған. Мақалада басқару объектісінің сипаттамалары, математикалық қойылымы және технологиялық басқару принципі мен мыс концентраттарын шихтілеу мен электрбалқыту процесінің технологиясы қарастырылған және негізгі статистикалық көрсеткіштерге талдау жасалынған.

Түйін сөздер: мыс концентраттары, шихта, штейн, шлак.

Мәселенің қойылымы. Электрбалқыту үрдісі пирометаллургиялық өндірістің технологиялық тізбегінің маңызды бөлімі болып табылады. Мыстың шлакпен бірге кеткен шығындары мыс балқыту өндірісінің техника-экономикалық шарттарын төмендетеді. Балқыту үрдісіне біршама келеңсіздіктер келтіретін басқарылмайтын факторлар әсер етеді, яғни агрегаттың нашарлауы, шикізаттың минералдық құрамының дрейфі. Бақыланбайтын айнымалылардың, айнымалылар қатарын бақылаудың дискретті сипаты, бақылау каналдарында ақаудың болуы, үлкен деңгейі үрдіс туралы ақпараттың жеткіліксіз болуы.

Электрбалқытудың кірістік материалы ретінде химиялық, минерологиялық, гранометриялық құрамымен, ылғалдылығымен және т.б. сипаттарымен сипатталатын түйіршіктелген шихта пайдаланылады.

Қазіргі уақытта Жезқазған ТМК мыс балқыту зауытында шихталатын материалдарды араластыру штабельді шихтарникте іске асады, штабельді шихтарниктен ол түйіршіктелінеді және алты электродты кентермиялық электрпешке орналастырылады.

Құрамында 25-30% мыс, 6-9% темір, 25-30% кремнийдің екі тотығынан, 3-6% кальций тотығынан, 11-14% күкірттен құралған түйіршіктелген кептірілген шихта пештің негізгі және қосымша бункерлеріне тиіледі және материалдың ағуы (тасымалдануы) арқылы электрод айналасында шихтаның шоғырлауын қалыптастырып, пеш ваннасына орналастырады.

Алты электродты кентермиялық электрпештің ваннасына қайта өңделетін материал ретінде құрамында мыс, темір, екі тотықты кремнийден құралған және шлактың пайда болу процесіне әсер ететін, пеш табанына магнетитті настыльдердің көзі болып табылатын конверторлы сұйық шлак араластырылады. Пештегі ертінді 50-55% мыстан тұратын штейнге жіберіледі және келесі құрамды ысыру шлагына SiO_2-50-55%, CaO-1421%, FeO-10-15% жіберіледі [1].

Ысыру шлактары шлактың белгілі бір деңгейін ұстап тұру және жиналу шегі бойынша шлак жүргізетін тостағанға жіберіледі. Балқытудың жылулық және технологиялық режиміне байланысты ысыру шлагымен шихтаның 1% мысы жоғалтылады. Зерттеулер мыстың ығыстыру шлактарына ерітілген жағдайда және механикалық өлшеу формасында болатын, концентрациясының химиялық құрамымен, штейндегі мыс құрамымен, жұмысты ұйымдастырумен анықталатынын көрсетті.

Пеш - пештің электродына түсетін жоғарғы кернеулі токты (35000В) төменгі кернеулі жұмыс тогына (500В дейін) түрлендіретін үш бір фазалы трансформатордан электр энергиясын алады [2].

Электротермиялық пештердің бар классификациясы бойынша мыс концентраттарының электр ерітіндісі көп шлакты процестерге жатады.

Қалың шлакты қабаты бар электротермиялық пештер шлак қабатында электр энергиясын жылу энергиясына түрленетін жылулық ванналар ретінде қарастырылады. Электр энергиясын пешке жеткізу шлакты қабатқа салынған электродтар арқылы іске асады. Электродты аумақта бөлінетін қуат мөлшері әртүрлі мәліметтер бойынша 60-70% дейін өзгеру мүмкін. Ваннадағы ток екі бағытта ағады – электродтар арасында, сонымен қатар электродтар және пештің төменгі бөлігі арасында [3].

Бірінші жағдайда токтың тасмылдану бөлігі аз, себебі электродтар арасындағы электрлік кедергі электрод кедергісіне қарағанда айтарлықтай үлкен. Негізгі жылу бөліну аумағы электродтың екі диаметріне дейін қашықтықта орналасқан, оның нәтижесінде пештің температуралық өрісі біркелкі емес. Электродты аумақтарда монета температуралары 1700-1800^{0}С дейін, қабырғада және электрод астындағы аумақта 1250-1350^{0}С дейін жетеді. Электродтар астында изотермиялық аумақты бөліп шығаруға болады. Температуралық аумақтың теңсіздігі ерітінді тығыздығының теңсіздігін негіздейді. Бұл 1-2м/с жылдамдықпен электродтың ену тереңдігінде ваннаның жоғарғы бөліктерінде орналасқан тұйықталған траектория бойынша шлактың конвекторлы қозғалысын тудырады. Шихта ваннасындағы массивтер қыздырылған шлактың конвективті ағынмен қалқиды. Электрод маңайындағы шлактың конвективті қозғалысы пеш қуатын көбейту және электродтарды тереңдету кезінде қарқынды болады.

Электрлік және температуралық өрістерді салыстыру келесі тұжырымды береді: температуралық өріс өз сипаты бойынша электрлік өрістен қатаң ерекшеленеді. Салыстырмалы электр қуатының электрод жанындағы өрісі тік және радиалды бағытта біркелкі емес. Көбірек салыстырмалы электрлік қуат аумағы электродқа жақын орналастырылады, ол басқа зерттеулермен дәлелденеді. Біркелкі емес тік сипаты электродтардың тереңдетілуі және шлакты ванна биіктігіне байланысты өзгереді. Температуралық өріс көлденең және бойлық бағыттарда біркелкі және электрод астындағы қабаттарда тек тік бағыттарда ғана өзгереді. Ванналарда температураларды теңестіру интенсивті, конвективті жылу алмасумен түсіндіріледі.

Шлактардың физикалық қасиетінің өзгеруі температуралық өріс сипаттамасының өзгеруіне әсер етеді.

Электротермиялық пештердің маңызды сипаттамасы ретінде пештің бір электродқа кедергісі және электромагнитті және конвективті күштер әсерімен ерітіндіні араластыру өнімділігі сияқты үрдістер көрсеткіштері болады.

Электрбалқыту үрдісінің материалды ағыны ретінде үздіксіз келіп түсетін отын және шихта, периодты түрде тиелетін конверторлы шлак болады, ал шығыстық периодты ретінде құйылатын штейн және ысыру шлагы болады.

Жұмыстың мақсаты. Электрпеш бөлімнің негізгі тапсырмасы - штейнді шығару және өнімнің берілген сапа көрсеткіштері, үрдістің техника-экономикалық көрсеткіштерін қамтамасыз ету кезінде шикізатты өңдеу бойынша тәуліктік жоспарды орындау болып табылады.

Қалыптасқан өндірістік жағдайдан және технологиялық жүйе үрдістерін жүргізу шарттарынан электрбалқытуды басқару технологиялық және энергетикалық режимдерге талаптарды формалаудан, осы талаптарға жауап беретін режимдерді таңдаудан және оларды іске асырудан тұрады [4].

Қазіргі уақытта электрбалқыту үрдісін басқару технологпен және ауысым операторымен орындалады және ысыру шлагы және электр энергиясының салыстырмалы шығыны бар мыс шығынының көлемі бойынша шектеулерді орындау кезінде көлем және сапа бойынша берілген сипаттамалары бар штейнді шығаруды қамтамасыз ететін балқытудың энергетикалық және технологиялық режимдерін іске асыруға және таңдауға әкелінеді. Ерітілетін штейн көлемі бойынша талаптарды орындау - мысты шығару және технологиялық қайта балқытулар өнімділігі бойынша жоспарлық тапсырманы орындаумен анықталады.

Штейн құрамына қойылатын негізгі талап ретінде оның құрамында мыс пен күкірттің болуы болады. Электрбалқыту кезінде десульфаризациялау және мысты шихтадан штейнге шығару деңгейімен сұраулар қоя отырып технолог балқыту өнімінің берілген сапалық және көлемдік сипаттамасы үшін балансты қатынастар негізінде шихтаның және шихталық материалдарды өңдеуді регламенттейтін тәуліктік жоспар-тапсырмаларды іске асырады.

Пештің электрлік режимін басқару ауысым шеберлерімен орындалады, олар пештің жылулық жағдайын бағалай отырып бақылаушы-өлшеуші құралдар анализі жолымен және өз тәжірибесіне сүйене отырып, пештің жалпы электрлі қуатын орнату және электр энергиясын пеш фазасы бойынша тарату бойынша шешім қабылдайды [5].

Пештің электрлік режимін іске асыру электр пештің қуатын автоматты реттеудің сай локальды жүйесі көмегімен іске асырылады.

Шихта құрамы бойынша таңдалған технологиялық режимді іске асыру штабельді шихтарникте шихталанатын материалдар қатарын араластырумен және оларды жоспар-тапсырмаға сай қайта өңдеумен іске асырылады.

Кірістік және шығыстық айнымалылардың үлкен көлемінің болуы, үрдіс инерциялығы, стационарлық емес электрбалқытумен басқаруды қиындатады және тәжірибе кезінде айнымалылардың берілген технологиялық процестен ауытқуын басқаруға әкеледі: штейннің химиялық құрамының ауытқуына, ысыру шлактары бар мыс шығынының ұлғаюы, пештің электр режимінің бұзылуы және энергия шығынының көбеюі.

Агрегат параметрлерінің дрейфі, шихтаның минерологиялық және гранулометриялық құрамының дрейфі, конверторлық шлак ауытқуы, пештің әртүрлі учаскелеріне электр энергиясының енгізілуінің әркелкі болуы ертінді өнімінің құрамының есептелінгенінен айтарлықтай екеніне әкеп соғады.

Шихтаның берілген құрамын іске асыру шихталанатын материалдардың химиялық құрамының дрейфінен қиындатылған, сонымен қатар зерттеулер көрсеткендей дозалайтын аппаратура жұмысының дәл болмауы және шихтаның шихтаны орталандыру әдісінің толығымен дамымауы салынатын штабельдің химиялық құрамы бойынша теңсіздіктер тудырады. Осыған байланысты 2-4 тәулік аралығында созылатын штабельді жасау кезінде түйіршектелген шихтаның құрамының ауытқуы орындалады және басқарудың кіші интервалында түйіршіктердің химиялық құрамы штабель бойынша орташа тиімдіден айтарлықтай ауытқиды.

Бұл жағдайларда берілген құрамның штейнді балқыту бойынша тәуліктік жоспар-тапсырмасы айтарлықтай шығынмен орындалады, ол ерітіндінің енгізілу көрсеткіштерінің төмендеуіне әкеп соғады.

Электрбалқыту үрдісін енгізудің практикасының кемшілігі ретінде электрлік режиммен басқару бойынша ауысым операторлар санын және шихта құрамын таңдау бойынша технологтармен қабылданатын шешімдердің келісілмегендігі болып табылады, бірақ шихтаны еріту және шлактың қалыптасуы тең дәрежеде шихта құрамымен және пеш фазалары бойынша электр энергиясының таратылуымен анықталады [6].

Практика көрсеткендей электр пештерінің энергетикалық режимін автоматтандыру жүйесі электр энергиясының қайта шығындалу жағдайын шектемейді. Автоматтандырылған жүйенің жеткіліксіз жоғарғы тиімділігі оларды жасау кезінде шихтаны ерітудің кеңістіктік таратылу фактісі ескерілмеумен, таратылған бақылау әдісінің қолданылмауымен, реттегіштерді таңдау кезеңінде агрегат сипаттамасының дрейфін есепке алуының болмаумен байланысты [7].

Объектінің математикалық моделінің белгілі құрылымы кезінде оның бірқатар белгісіз параметрлерінің тиімділігін табуға итермелейді. Модельдің шығыстық айнымалысының аппроксимациясын орташа квадраттық қателігін табу. Сондықтан электрбалқыту үрдісін теңестіру кезінде сызықты теңдіктер тобына объекті айнымалылары арасындағы көлемдік байланысты іздеу дұрыс. Электрбалқыту үрдісінің математикалық моделін теңестіру кезінде жоғарыда көрсетілген процедура қолданылады.

Жеке көлемдік қатынастарды қалпына келтіруге тоқталайық.

Зерттеулер нәтижесіне сай ысыру шлагы бар мыстың келтірілген шығынының (Y_1) шығыстық айнымалысы шихтадағы мыс құрамына (X_1), шихтадағы темір құрамына (X_2), шихтадағы әктас құрамына (X_3), шихтадағы кремний құрамына (X_4), шихтадағы күкірт құрамына (X_5), шихтадағы алюминий қышқылы құрамына (X_6), шихтадағы қорғасын құрамына (X_7), түйіршіктер шығынына (X_{11}), айналмалы материалдар шығынына (X_{12}), конверторлы шлак көлеміне (X_{13}), әктас шығынына (X_{14}), енгізілген электр энергиясы шығынына тәуелді (X_{15}):

$$Y_1 = Y_1(X_1, X_2, X_3, X_4, X_6, X_7, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}) \quad (1)$$

Корреляцияның көптік коэффициентінің квадратының мәні келесіге тең:

$$R^2_Y = X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15} = 0{,}782 \quad (2)$$

Сызықты регрессия теңдігі келесі түрге ие болды:

$$Y_1 = 3{,}27 + 0.1167X_1 - 0{,}0642X_2 - 0{,}0268X_3 + 0{,}0287X_4 + 0{,}0095X_5 + 0{,}0083X_6 - 0{,}0012X_7 - 0{,}0075X_{11} + 0{,}0301X_{12} - 0{,}0003X_{13} - - 0{,}0108X_{14} - 0{,}000013X_{15}$$

Теңесу өлшемнің мәні:

$$Q_{Y_1} / X_{1,X_2,}X_{3,}X_{4,}X_{5,}X_{6,}X_{7,}X_{11,}X_{12,}X_{13,}X_{14,}X_{15=0.796} \quad (3)$$

айнымалылар арасындағы байланыстың сызықтық сипаттамасын көрсетті.

(3) теңдігін жеңілдету мақсатымен жүргізілген зерттеулер келесі нәтижелерді берді:

$$Q_{Y_1} / X_{1,X_2,}X_{3,}X_{4,}X_{5,}X_{6,}X_{7,}X_{11,}X_{12,}X_{13,}X_{14,}X_{15} = 0{,}780 \quad (4)$$

$$Q_{Y_1} / X_{1,X_2,}X_{3,}X_{4,}X_{5,}X_{6,}X_{7,}X_{11,}X_{12,}X_{13,}X_{14,}X_{15} = 0{,}774 \quad (5)$$

$$Q_{Y_1} / X_{1,X_2,}X_{3,}X_{4,}X_{5,}X_{6,}X_{7,}X_{11,}X_{12,}X_{13,}X_{14,}X_{15} = 0{,}786 \quad (6)$$

Осылайша X_5, X_6, X_7 айнымалырын шектеу теңестірудің дисперсиялы өлшемдерінің айтарлықтай өзгеруін әкеп соқпайды. Келесі теңдік:

$$Y_1 = 3{,}27 + 0{,}1167X_1 - 0{,}00642X_2 - 0{,}00268X_3 + 0{,}00287X_4 - 0{,}0075X_{11} + 0{,}0301X_{12} - 0{,}0003X_{13} - 0{,}0108X_{14} - 0{,}000013X_{15} \quad (7)$$

соңғы теңдік ретінде қабылданды.

(7) теңдігінен көрініп тұрғандай мыстың ысыру шлагымен келтірілген шығыны шихтаның химиялық құрамына, пешке тиелетін материалды ағындар көлеміне және электр энергиясын енгізумен анықталатын жылулық режимге тәуелді.

Зерттеулер көрсеткендей ысыру шлагында мыс құрамының болуы (Y) түйіршіктерде мыстың (X_1), темірдің (X_2), кальций қышқылының (X_3), кремнийдің екі қышқылымен (X_4), алюминий қышқылымен (X_6), қорғасынмен (X_7), пешке енгізілетін түйіршіктермен $(X1_1)$, флюстелетін материалдар көлемімен (X_{12}, X_{13}), конвенторлы шлак көлемімен (X_{13}), электр энергиясы көлемінің (X_{15}) құрамында болуымен анықталады.

Корреляцияның көптік коэффициентінің квадрат мәні келесіге тең:

$$R_Y^2 = X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15} = 0{,}704 \quad (8)$$

Сызықты регрессия теңдігі:

$$Y_1 = -0{,}752 + 0{,}002X_1 + 0{,}1178X_2 + 0{,}0013X_3 + 0{,}0567X_4 + 0{,}0028X_6 - 0{,}038X_7 - 0{,}0014X_{11} + 0{,}0062X_{12} + + 0{,}0032X_{12} + 0{,}094X_{14} - 0{,}000002X_{15} \quad (9)$$

Теңділік мәні:

$$Q_{Y_1} / X_{1,X_2,}X_{3,}X_{4,}X_{5,}X_{6,}X_{7,}X_{11,}X_{12,}X_{13,}X_{14,}X_{15} = 0{,}717 \quad (10)$$

Осылайша, берілген тәуелділіктің сызықтылығы туралы гипотеза дәлелденді.

Жеңілдету жолымен соңғы ретінде (2.9^2) жағдайына сай теңдік қабылданды:

$$Y_1 = -0{,}752 + 0{,}002X_1 + 0{,}1178X_2 + 0{,}0013X_3 + 0{,}0567X_4 + 0{,}0028X_6 - 0{,}038X_7 - 0{,}0014X_{11} + + 0{,}0062X_{12} + 0{,}0032X_{12} + 0{,}094X_{14} - 0{,}000002X_{15} \quad (11)$$

(2.25) теңдігі шығыстық айнымалылардың орташа уақытты мәнімен және ысыру шлагында әрбір құйылудағы мыс құрамы арасындағы қатынасты сипаттайды. «Шихта – ысыру шлагы» каналы бойынша балама кешігу көлемі $\tau = 18$ сағ. Осы канал бойынша айтарлықтай уақыт тұрақтысының

болуын көрсетеді және үрдістің фильтр сүзгілеу қасиеттері туралы. Сондықтан объект динамикасын тек қана X_1 / X_{15} айнымаларын қозғау жүйемен ғана емес сонымен қатар оларды объектінің моделінен жақындауының жақсы шарттарынан тәжірибиелік жолмен анықталатын T уақытында оларды орташаландыру жолымен есептеу мүмкіндігі қолданылды. Ең жақсы нәтиже $T = 6$ сағ кезінде алынатындығы белгіленді, осы кезде теңестірудің өлшемінің мәні 0,729 дейін жоғарылайды.

Зерттеулер нәтижесіне сай ысыру шлагында кремнийдің екі тотығының болуы ең алдымен түйіршіктердегі құрамымен, түйіршіктегі санымен, конверторлы шлакпен, конверторлы шлагында SiO_2 болумен анықталады.

Корреляцияның көптік коэффициентінің квадратының мәні келесіге тең:

$$Y_3 = 37{,}04 + 0{,}4068X_4 - 0{,}009X_8 + 0{,}0103X_{11} + 0{,}117X_{12} - 0{,}0283X_{13}. \quad (12)$$

Ұқсастық өлшемінің мәні келесіге тең:

$$Q_{Y_3 / X_4, X_8, X_{11}, X_{12}, X_{13}} = 0{,}721. \quad (13)$$

R_{Y_3} және Q_{Y_3} берілген тәуелділіктің сызықты екендігін дәлелдейді.

(13) теңдігін жеңілдету кезінде ұқсастық өлшемінің келесі мәндері алынды:

$$Q_{Y_3 / X_4, X_{11}, X_{12}, X_{13}} = 0{,}718. \quad (14)$$

$$Q_{Y_3 / X_4, X_{11}, X_{12}} = 0{,}648. \quad (15)$$

Сондықтан соңғы ретінде (15) жағдайына сай келетін теңдік қабылданды:

$$Y_3 = 37{,}04 + 0{,}4068X_4 + 0{,}0103X_{11} + 0{,}117X_{12} - 0{,}0283X_{13}. \quad (16)$$

Конверторлы шлакта екі тотықты кремнийдің болуы ұқсастық көрсеткішіне аз әсер етеді. Сонда (X_{14}) конверторлы шлак көлемі ретінде оны өзгертпейді. Бұл барлық ожау ыдыстары бойынша орташаландырылған конверторлы шлак құрамының пешке құйылатын конверторлы шлак көлеміне қарағанда бір қалыптылығымен түсіндіріледі.

Ысыру шлагында (Y_4) кальций тотығының құрамының математикалық моделін қайта қалпына келтіру кезінде ол негізінен түйіршіктер (X_{11}), пешке енгізілетін әктас көлеміне және түйіршіктердегі кальций тотығының құрамына тәуелді.

Осы кезде ұқсастық дәрежесінің мәні корреляцияның көптік коэффициентінің квадратымен тура болады $Q_{Y_4} / X_{11,} X_4 \approx R^2 Y, X_3, X_{11}, X_4 = 0{,}698$, ол тәуелділігінің сызықты екендігін көрсетеді.

Теңдікте қандай да бір айнымалыларды шектеу әрекеті ұқсастық дәрежесінің күрт төмендеуін тудырды. Көрсетілген айнымалылардың кальций тотығынан тәуелділігі қазіргі объектінің практикалық нәтижелерімен тура болады.

Объектіде келтірілген зерттеулер (Y_5) штейнде мыстың болуы шихтада мыстың (X_1), темірдің (X_2), күкірттің (X_5) болуына, конверторлы шлакта мыстың болуы (X_8), пешке тиелген шихта көлеміне (X_{11}), айналымдар (X_{12}), конверторлы шлакқа (X_{13}) және енгізілген электр энергиясының көлеміне (X_{15}) тәуелді.

$$Y_5 = Y_5(X_1, X_2, X_5, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}) \quad (17)$$

Корреляцияның көптігінің коэффициентінің квадратының мәні келесіге тең:

$$R^2 Y_5, X_1, X_2, X_5, X_{11}, X_{12}, X_{15} = 0{,}818 \quad (18)$$

Сызықты регрессия теңдігі келесі түрге ие:

$$Y_5 = 38{,}27 + 0{,}3443X_1 + 0{,}1274X_2 - 0{,}28X_5 + 0{,}12X_8 + 0{,}017X_{11} + 0{,}1148X_{12} + \\ + 0{,}007X_{13} - 0{,}000008X_{15}. \quad (19)$$

Ұқсастық өлшемінің мәні:

$$Q_{Y_5 / X_1, X_2, X_5, X_8, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{15}} = 0{,}836 .$$

Айнымалылар арасындағы байланыстың сызықты сипаттылығын көрсетті. (19) теңдігін жеңілдету мақсатымен келтірілген шығындар келесі нәтижелерді берді:

$$Q_{Y_5 / X_1, X_2, X_5, X_8, X_{11}, X_{13}} = 0{,}828, \quad (20)$$

$$Q_{Y_5 / X_1, X_2, X_5, X_8, X_{11}} = 0{,}824, \quad (21)$$

$$Q_{Y_5 / X_1, X_2, X_8, X_{11}} = 0{,}788. \quad (22)$$

(22) теңдіктен X_{13}, X_{15} айнымаларын шектеу ұқсастықтың дисперсиялы өлшемінің айтарлықтай өзгеруін тудырмайды. Сондықтан:

$$Y_5 = 38{,}27 + 0{,}3443X_1 - 0{,}1274X_2 - 0{,}28X_5 + 0{,}12X_8 + 0{,}017X_{11} + 0{,}1148X_{12} \quad (23)$$

теңдігі соңғы ретінде қабылданды.

(23) теңдіктен мыс және темір сульфиттерінің қоспасын көрсететін штейндегі мыстың ұсталуы негізінен шихтада мыстың, темірдің, күкірттің ұсталуымен және мыс пен темірден тұратын материалдар көлемімен анықталады және конверторлы шлак және енгізілген электр энергиясы көлемімен анықталатын пештің жылулық режиміне тәуелді емес. Шынымен де шлакты ванна штейнді электр пешіне құйылатын конверторлы шлактан оқшауланады, ал десульфуризация дәрежесінің тұрақтылығы балқытудың әртүрлі режимдері кезінде штейннің қалыптасу үрдісінің электр пешінің жылулық режиміне тәуелді емес екендігін көрсетеді.

Регрессия теңдігін қайта қалпына келтіру – электрбалқыту үрдісінің кірістік технологиялық айнымалыларынан штейн көлемі келесі көрсеткіштермен сипатталады. Корреляцияның көптік коэффициентінің квадратының мәні келесіге тең:

$$R^2_{Y_6, X_1, X_2, X_3, X_4, X_{11}, X_{12}, X_{13}} = 0{,}674. \quad (24)$$

Регрессия теңдігі келесі формуламен көрсетілген:

$$Y_6 = 51{,}2 + 3{,}3X_1 + 4{,}607X_2 - 10{,}822X_5 + 17{,}64X_7 + 0{,}07X_{11} + \\ + 1{,}563X_{12} - 0{,}111X_{13}. \quad (25)$$

Ұқсастық дәрежесінің көрсеткіші келесіге тең:

$$Q_{Y_6 / X_1, X_2, X_5, X_7, X_{11}, X_{12}, X_{13}} = 0{,}672. \quad (26)$$

Корреляцияның көптік коэффициентінің квадратының және ұқсастық деңгейінің үйлесуі:

$$R^2_{Y_6, X_1, \ldots, X_{13}} \approx Q_{Y_6 / X_1, \ldots, X_{13}} \approx 0{,}672. \quad (27)$$

(27) теңдігін жеңілдету әрекеті $Q_{Y_6 / X_1, \ldots X_{13}}$ күрт төмендеуіне әкелді. Тәуелділікті модельдеу мақсаттылығы – штейн көлемінің шихтада мыстың, темірдің, күкірттің, қорғасынның, түйіршіктер санының, айналымдардың және конверторлы шлактың ұстаудан функция ретінде штейннің қалыптасу үрдісі туралы көрсетуге қарсы болмайды.

Ысыру шлагының көмегінің электрбалқыту үрдісінің кірістік технологиялық айнымалыларынан тәуелділігін модельдеу кезінде шихтадағы екі тотықты кремнийдің (X_4) ұсталуы, темірдің (X_2), кальций тотығының (X_3), енгізілген түйіршіктер көлемі (X_{11}), айналымдар саны (X_{12}), конверторлық шлактың көлемі (X_{13}) және әктас көлемінің (X_{14}) ұсталуынан регрессияның келесі теңдігі алынды:

$$Y_7 = 208{,}113 - 2{,}755X_2 - 5{,}132X_3 + 1{,}49X_4 + 0{,}057X_{11} + 0{,}159X_{12} + 0{,}165X_{13} - 1{,}948X_{14} \quad (28)$$

(28) теңдігінің корреляцияның көптігінің коэффициентінің квадраты келесіге тең:

$$R^2_{Y_7 / X_2, X_3, X_4, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}} = 0{,}686. \quad (29)$$

Ұқсастық өлшемінің мәні

$$Q_{Y_7 / X_2, X_3, X_4, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}} = 0{,}694 \quad (30)$$

(30) теңдігін айнымалыларды тізбектеп шектеу әдісімен жеңілдету ұқсастық деңгейінің көрсеткіштерінің айтарлықтай төмендеуін тудырды. Сондықтан (30) теңдігі соңғы ретінде қабылданды. Алдындағы жағдайдағыдай ысыру шлагының көлемінің балқыту үрдісінің кірістік технологиялық айнымаларынан тәуелділігі шлактың қалыптасу үрдісі туралы көрсетілімдерге қарсы болмайды.

Объектідегі зерттеулер балқытуға келтірілген – электр энергиясының салыстырмалы шығыны үрдістің энергетикалық жағдайын сипаттайтын технологиялық айнымалы электрбалқыту процесінің көптеген кірістік айнымалыларына тәуелді. Оларға – шихтада мыстың, темірдің, кальций тотығының, кремнийдің екі тотығының, түйіршіктер, айналымдар, конверторлы шлак көлемінен ұсталуы жатады. Регрессия теңдігін қайта қалыптастыру кезінде электр энергиясының салыстырмалы шығыны шихтада металдың ұсталуына аз байланысты екені анықталған, бірақ шихтада шлак қалыптастырушы заттардың (SiO_2, CaO) және осы заттарды ұстайтын материалдар көлеміне айтарлықтай тәуелді. Нәтижесінде регрессия теңдігі алынды

$$\begin{aligned} Y_8 = {} & 74{,}563 + 3339{,}13X_3 + 2160{,}36X_4 - 105{,}33X_{11} - 939{,}55X_{12} - \\ & - 2{,}512X_{13} + 365{,}32X_{14}. \end{aligned} \quad (31)$$

Көптік коэффициенттің квадраты және ұқсастық деңгейінің көрсеткіші, ол келесіге тең

$$R^2_{Y_8, X_3, X_4, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}} = 0{,}734 \text{ және } Q_{Y_8 / X_3, X_4, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}} = 0{,}741 \quad (32)$$

Бұл көрсеткіштер арасындағы аз ғана туралық қайта қалпына келтірлген (32) теңдігінің сызықты екендігін көрсетеді [4].

Нәтижесі. Шихтаның химиялық құрамы электропешке келіп түсетін материалдық ағынның химиялық құрамымен және қатынасымен анықталады. Аталған факторлар пешке түсетін шихтаның химиялық құрамына, балқыту кезінде оны құрайтын физико-химиялық үрдістердің өзара әрекетіне және балқыту өнімдерін бөлу толықтығына тәуелді. Электрбалқытудың технологиялық үрдісін басқару мыс өнімін тиімді жоғарылату бойынша технико-экономикалық көрсеткіштерінің жоспарлық мәндеріне жетуді қамтамасыз ететіні анық.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Кошимбаев Ш.К., Вуйцик Вольдемар., Шегебаева Ж.Б., Баяндина Г.С. Постановка задач многомерного управления технологическими процессами медеплавильного производства на основе модели с оптимизацией. – Алматы: Вестник КазНТУ, 2013. -№5(99). - С. 32-36.

2. Кошимбаев Ш.К. Оптимальное управление технологическими процессами металлургического цеха медеплавильного производства. - Алматы: Вестник КазНТУ, 2004. - №4 (67) 2004. – С. 56-60.

3. Hotra O., Koshimbayev Sh.K., Imanbekova U.N. Modelling in matlab using fuzzy logic for improving the economic factors of melting of copper concentrates charge. Actual problems of economics. 161 (2014), №11, 380-387

4. Новак В., Перфильева И., Мочкрож И. Математические принципы логики. – Москва: Физматлит, 2006. - С. 352-356.

5. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. – Москва: Интермет Инжиниринг, 2004. – С. 442-456.

6. Бородин И.Ф., Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов. Москва: Интермет Инжиниринг, 2004. – С. 262-269

7. Фафурин В.А. Автоматизация технологических процессов и производств. Москва: Интермет Инжиниринг, 2008. С. 317-321.

REFERENCES

1. Koshimbaev Sh.K., Wojcik Waldemar., Shegebaeva Zh.B., Bayandina G.S. Postanovka zadach mnogomernogo upravleniya tehnologicheskimi protsessami medeplavilnogo proizvodstva na osnove modeli s optimizatsiey. – Almatyi: Vestnik KazNTU, 2013. -#5(99). - S. 32-36.

2. Koshimbaev Sh.K. Optimalnoe upravlenie tehnologicheskimi protsessami metallurgicheskogo tseha medeplavilnogo proizvodstva. - Almatyi: Vestnik KazNTU, 2004. - #4 (67) 2004. – S. 56-60.

3. Hotra O., Koshimbayev Sh.K., Imanbekova U.N. Modelling in matlab using fuzzy logic for improving the economic factors of melting of copper concentrates charge. Actual problems of economics. 161 (2014), №11, 380-387

4. Novak V., Perfileva I., Mochkrozh I. Matematicheskie printsipyi logiki. – Moskva: Fizmatlit, 2006. - S. 352-356.

5. Utkin N.I. Proizvodstvo tsvetnyih metallov. – Moskva: Intermet Inzhiniring, 2004. – S. 442-456.

6. Borodin I.F., Sudnik Yu.A. Avtomatizatsiya tehnologicheskih protsessov. Moskva: Intermet Inzhiniring, 2004. – S. 262-269

7. Fafurin V.A. Avtomatizatsiya tehnologicheskih protsessov i proizvodstv. Moskva: Intermet Inzhiniring, 2008. S. 317-321.

Кошимбаев Ш.К., Иманбекова У.Н.,

Оценка параметров статистико-математической модели процессов шихтовки и электроплавления медных концентратов

Резюме. В данной статье описывается оценка параметров статистико-математической модели процессов шихтовки и электроплавления медных концентратов. Такая модель позволит решать задачи технологического проектирования процесса, выбора наилучших конструктивных и режимных параметров электропечи. В работе проводится анализ основных статистических показателей процесса шихтовки и плавления медных концентратов, при плавке обеспечивающих уменьшение потерь металла и энергозатрат.

Ключевые слова: медные концентраты, шихта, штейн, шлак.

Koshimbayev Sh.K., Imanbekova U.N.

Estimation of parameters of statistical and mathematical models of processes of blending and electroplate copper concentrates

Summary. This article describes the estimation of parameters of statistical and mathematical models of processes of blending and electroplate copper concentrates. Such a model will allow us to solve problems for technological design process, selecting the best design and operating parameters of the electric furnace. In work the analysis of the main statistical indicators of the process of blending and melting of copper concentrates, smelting ensure the reduction of metal loss and energy consumption.

Key words: copper concentrates, charge, slag, matte.

УДК: 681.587

А. Хабай, М. Ануарова
(Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

ӨРМЕЛЕУШІ РОБОТ АЯҒЫНЫҢ ҚЫЗМЕТІН АТҚАРАТЫН ПЕДИПУЛЯТОР МЕХАНИЗМІНЕ ТАЛДАУ ЖАСАП ЖӘНЕ БАСҚАРУДЫ MATLAB ПЕН МОДЕЛДЕУ

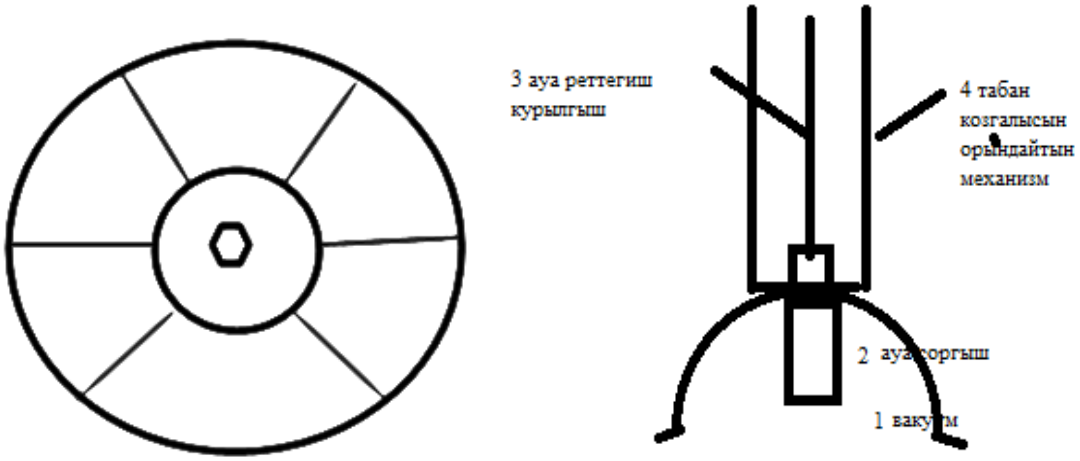
Аңдатпа. Мақалада өрмелеуші робот аяғының қызметін атқаратын, екі ілгерілемелі бір айнымалы қозғалыс жасайтын, манипуляторды және табанның жабысу күшін анықтап, роботты басқару программасын жазу.

Кілт сөз*:* Педипулятор кинематикасы, динамикасы, ауаның қысым күшін анықтау, басқаруды **matlab** программасымен модельдеу.

Қазіргі кезде 0^0 С температурада 760 мм түтікшедегі сынап қысымына тең атмосфералық қысымды қалыпты атмосфералық қысым деп атау қабылданған.

Осы теория негізінде төмендегідей анализ жасаймыз: ρ = 13595, 1 кг/м^3 (0^0С сынап тығыздығы) g = 9, 80665 Н/кг (ауырлық коэффициенті) және h = 760 мм = 0, 76 м. (атмосфералық қысымға сәйкес бағаны). ρ = 13595, 1 кг/м3 • 9, 80665 Н/кг•0,76 м=101325 Па. Сонымен 760 мм сынап бағ. – 101325 Па.

Берілгені Анализ Шешуі: Қысым күштің 105 Н шамасы массасы 10 т дененің ауырлық күшіне тең. Осы анализ нәтижесі бойынша Ньютонның үшінші заңы негізінде (әйнекке өрмелеген) робот табаны майда бетке өрмелеу барысында сыртқы әсер күштің жағдайын ескермегенде (10-1000 кг-ге) дейінгі салмақты көтеріп өрмелей алады.



1-сурет. а) Өрмелеуші робот табанының сыртқы сұлбасы; б) табанның астынан қараған көрінісі

Педипулятор буындарының ұзындығы:

$l_1=0,4м.; l_2=0,4м.; l_3=0,3м.;$

Манипулятор қозғалыс заңдылығы

φ2=-t2+2t, рад. S3=0,2t+0,15t2, м.

Уақыт функциясы ретінде D нүктесінің координаттарының теңдеуі

$X_D=-0,4sin(-t^2+2t)-(0,2t+0,15t^2)\cdot cos(-t^2+2t)$, *м.*

$Y_D=0,4\cdot cos\cdot(-t^2+2t)+(0,2t+0,15t^2)\cdot sin\cdot(-t^2+2t)$, *м.* $Z_D=0,3$, *м.*

С2 нүктесінің координат өзгеру негізіндегі уақыт функциясы ретіндегі теңдеу (кронштейн ауырлық орталығы):

$X_{C2}=-0,4\cdot 0.5\cdot sin(-t^2+2t)$, *м.* $Y_{C2}=0,4\cdot 0,5\cdot cos(-t^2+2t)$, *м.* $Z_{C2}=0,3$, *м.*

С2 нүктесінің координат өзгеру негізіндегі уақыт функциясы ретіндегі теңдеу (табанның ауырлық орталығы)

XC3=-0,4·0.5·sin(-t2+2t)- ((0,2t+0,15t2)-0,3)·cos(-t2+2t), м.

YC3=0,4·0,5·cos(-t2+2t)- ((0,2t+0,15t2)-0,3)·sin(-t2+2t), м.

ZC3=0,4, м.

Біз координаттар осіне жылдамдық векторының проекциясын түсіреміз:

$\dot{X}_D=-0,4\cdot cos(-t^2+2t)\cdot(-2t+2)+(0,2t+0,15t^2)\cdot sin(-t^2+2t)\cdot(-2t+2)-(0,2+0,3t)\cdot cos(-t^2+2t)=$

$=-0,4\cdot 0,54\cdot 0+0,35\cdot 0,84\cdot 0-0,5\cdot 0,54=0,27$ *м/с.*

$\dot{Y}_D=-0,4\cdot sin(-t^2+2t)\cdot(-2t+2)+(0,2t+0,15t^2)\cdot cos(-t^2+2t)\cdot(-2t+2)+(0,2+0,3t)\cdot sin(-t^2+2t)=$

$=-0,4\cdot 0,84\cdot 0+0,35\cdot 0,54\cdot 0+0,5\cdot 0,84=0,42$ *м/с.*

$\dot{Z}_D=0$ *м/с.*

Табанның толық жылдамдығын табамыз:

$V_D=\sqrt{0,27^2+0,42^2}=0,5$*м/с.*

Координаттар осіне байланысты табанның үдеу вектордың проекциясы анықталады:

$\ddot{X}_D=[2\cdot 0,4\cdot cos(-t^2+2t)\ (-2t+2)+0,0,4\ sin(-t^2+2t)\cdot(-2t+2)\ (-2t+2)]+[-(0,3t^3-0,1t^2+0,4t)\ cos(-t^2+2t)\ (-2t+2)++(0,9t^2-0,2t+0,4)\cdot sin(-t^2+2t)]-[0,3\cdot cos(-t^2+2t)+(0,2+0,3t)sin(-t^2+2t)\cdot(-2t+2)]=$

$=1,1\cdot 0,84-0,3\cdot 0,54=1,086$*м/с*^{2}.

$\ddot{Y}_D=[2\cdot0,4\cdot\sin(-t^2+2t)\ (-2t+2)+0,4\cdot\cos(-t^2+2t)\cdot(-2t+2)\ (-2t+2)]+[(0,3t^3-0,1t^2+0,4t)\ (-\sin(-t^2+2t)\ (-2t+2))+$

$+(0,9t^2-0,2t+0,4)\cdot\cos(-t^2+2t)]+[0,3\cdot\sin(-t^2+2t)+(0,2+0,3t)\cdot\cos(-t^2+2t)\cdot(-2t+2)]=$

$=1,1\cdot0,54+0,3\cdot0,84=0,846$м/с^2.

$\ddot{Z}_D=0$

Табанның толық үдеуін табамыз:

$W_D=\sqrt{1,086^2+0,846^2}=$**1,37м/с^2.**

С2 және С3 нүктелерінің уақыт бойынша координаттар өзгеруіне байланысты дифференциялдаймыз.

Айналмалы қозғалыс үшін ($\omega_e = \dot{\varphi}$) айналмалы қозғалыс өтеді және салыстырмалы қозғалыс үшін манипулятордың ($V_R = \dot{S}$) үдемелі қозғалысы:

$\omega_e=\dot{\phi}=0$рад/с; $v_r=\dot{S}=0,5$м/с.

D нүктесінің жылдамдығын анықтаймыз:

$v_a=v_e+v_r$ $v_e=\omega_e\cdot l_2=0$м/с; $v_r=\dot{S}_3=0,5$ м/с,

D нүктесінің абсолютті жылдамдығы мынаған тең болады:

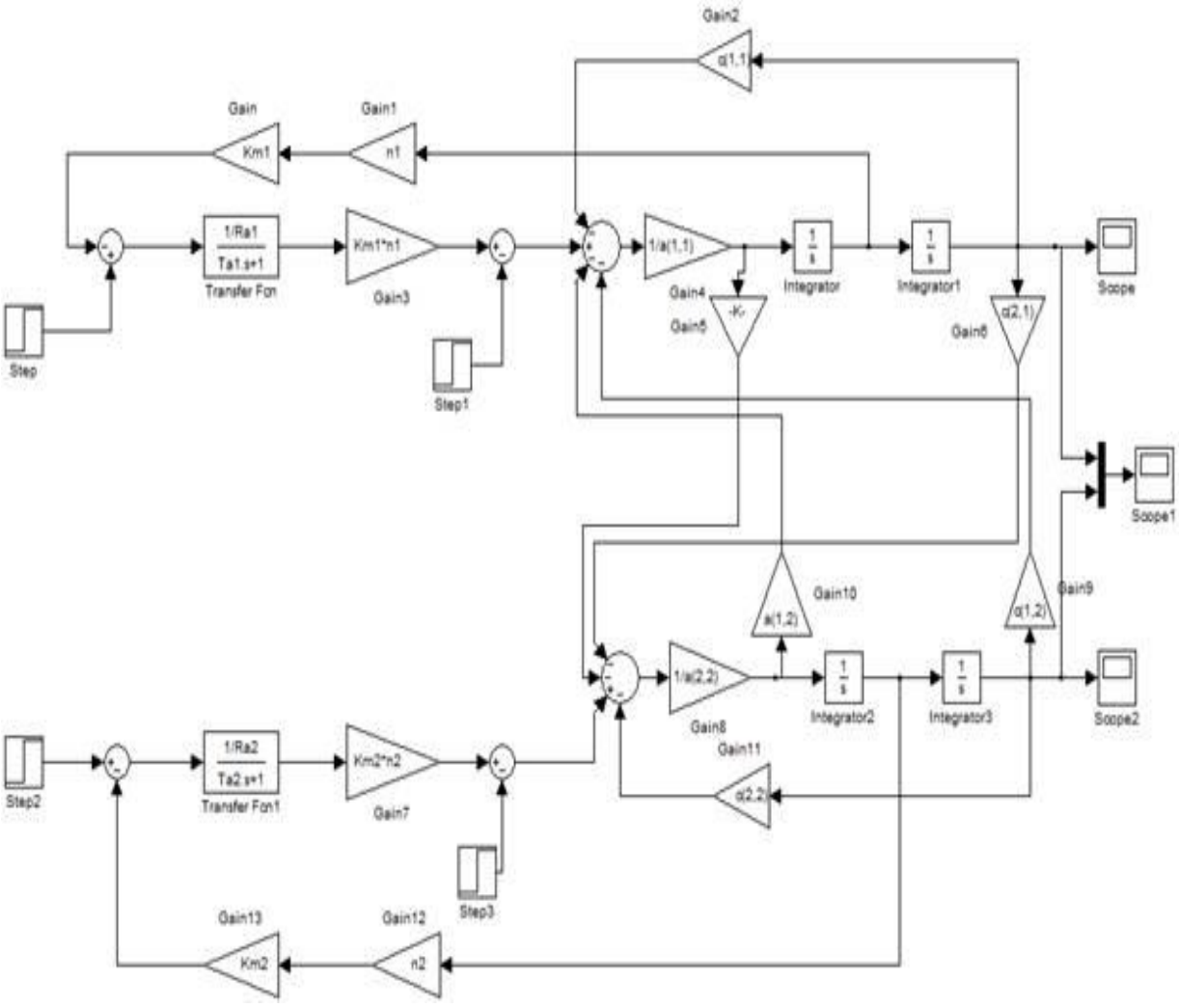
$v_a=0,5$ м/с;

D нүктесінің үдеуін анықтаймыз:

$W_a=W_e^n+W_e^\tau+W_r+W_c$ $W_e^n=\omega_e^2\cdot l_2=0$м/с^2. $W_e^\tau=\varepsilon\cdot l_2=-1,6$м/с^2. $W_r=\ddot{S}=0,3$м/с^2.

$W_c=2\omega_e\times v_r=0$м/с^2. $W_a=-1,6+0,3=$**$-1,3$м/с^2.**

Манипулятордың әрбір кинематикалық жұптары үшін құрылған түрлендіру теңдеуіне негізделіп басқаруды құрамыз.



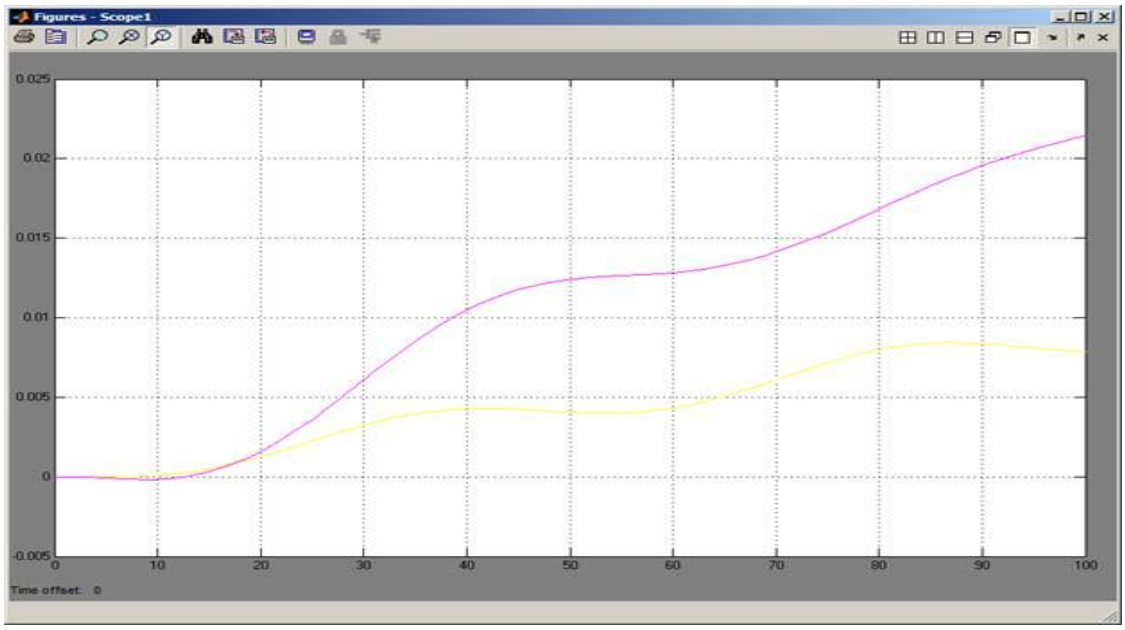
3-сурет. Педипуляторды түрлендірудің құрылымдық сұлбасы.

Жоғарыдағы схеманы модельдеуді іске қосу үшін келесі кодты пайдаланады:

```
clc;
clear;
title = ‘мәлімет енгізу’;
promt = {«Бірінші буын ұзындығы: екінші буын 'Ұзындығы:',...
'бірінші буын массасы: ','екінші буын массасы: ','табанның жабысу күші:',...
Бірінші қозғалтқыштың моменті:', Екінші қозғалтқыш моменті:',...
Бірінші берілістің қатынасы:', ...
Екінші берілістің қатынасы:',...
Бірінші қозғалтқыштың якорының қарсылық шамасы:',...
' Екінші қозғалтқыштың якорь қарсылық шамасы:'};
lines = 1;
def = {'1.5','1.1', ...
      '22.5','17','10',...
      '15','10',...
      '125','75',...
      '100','75'};
answer = inputdlg(promt,title,lines,def);
L1=str2num(char(answer(1)));
L2=str2num(char(answer(2)));
m1=str2num(char(answer(3)));
m2=str2num(char(answer(4)));
m3=str2num(char(answer(5)));
Jd1=str2num(char(answer(6)));
Jd2=str2num(char(answer(7)));
n1=str2num(char(answer(8)));
n2=str2num(char(answer(9)));
Ra1=str2num(char(answer(10)));
Ra2=str2num(char(answer(11)));
title = 'кіріс мәлімет';
promt = {' тұрақты электромагниттік бірінші қозғалтқыштың мәні:', ...
   ' Тұрақты электромагниттік екінші қозғалтқыштың мәні:',...
   ' Бірінші қозғалтқыштың конструкциялық коэффициенті:', ...
   ' Екінші мотор конструкциялық коэффициенті:'};
lines = 1;
def = {'125','100','50','25'};
answer = inputdlg(promt,title,lines,def);
Ta1=str2num(char(answer(1)));
Ta2=str2num(char(answer(2)));
Km1=str2num(char(answer(3)));
Km2=str2num(char(answer(4)));
m4=m2+m3;
g=9.81;
a(1,1)=m1*(L1^2)+m4*((L1+L2)^2)+Jd1*(n1^2);
a(1,2)=m1*L2*(L1+L2);
a(2,1)=m4*L2*(L1+L2);
a(2,2)=m4*(L2^2)+Jd2*(n2^2);
c(1,1)=(m1+m4)*g*L1+m4*g*L2;
c(1,2)=m4*g*L2;
c(2,1)=m4*g*L2;
c(2,2)=m4*g*L2;
sim('untitled1'
```

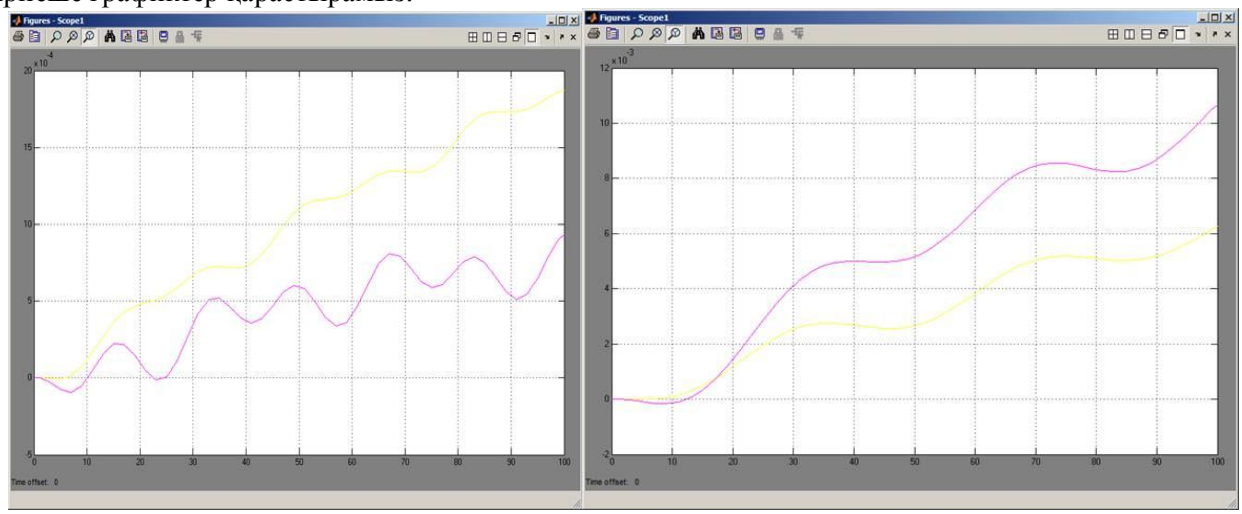
Модельдеу нәтижелері:

4-сурет. Кіріс деректерді енгізу.



5-сурет. 1-суретте көрсетілген кіріс параметрлері бұрыштық жылжуы.

Манипулятордың параметрлерін өзгеріссіз қалдырып, жүктеменің массасын өзгерту арқылы бірнеше графиктер қарастырамыз:



6-сурет. 500 кг жүктеме кезінде бұрыштық жылжуы және 50 кг жүктеме кезінде бұрыштық жылжуы.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Микони СВ., Баушев А.Н.Методы и алгоритмы принятия решений: Учеб. пособие. - СПб.: ПГУПС, 1996. - Ч. 2
2. 5. Қ.С. Шоланов, Ж.Т.Жұмашева. Механизмдермен манипуляторлар механикасы 2005. -135б
3. Бекбаев А., Сулеев Д.С., Хисаров Б. Автоматты реттеу теориясы. Оқулық. – Алматы, 2005ж.
4. С.Герман-Галкин. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0. Корона принт. 2001.

REFERENCES

1. Mikohn C B., БаушевBaushev of A.N. Methods and algorithms of making decision : Studies. manual. it is 1996. - C. 2.
2. 5.SholanovK.S ,Jumasheva J.T. By mechanics of manipulators by mechanisms 2005. -135p
3. Bekbaev A., SULEYEVA DS, Khissarov B. Automatic control theory. Textbook. - Almaty, 2005
4. S.German-Galkin. Computer simulation of semiconductor systems in MATLAB 6.0. Crown print. 2001.

Хабай А. Әнәрова М.

Механизмом для скалолазания ноги робота- педипулятор и моделирование его управления на Matlab

Резюме: Анализирован механизм движения ноги робота –паука, ползающего поверхности, определена сила притяжения с помошю программы matlab с моделироване управления робота-паука.

Ключевые слова: *Кинематические* механизм *педипуляторов,* определить давление воздуха, управления моделирования на MATLAB

Habay A Anuarova M

A mechanism for climbing robot-foot pedipulyator and modeling its management Matlab

Summary: To analyze the mechanism of movement of the robot legs -pauka creeping surface, determined the force of attraction, with the aid of programmay matlab c modeling uprableniya spidering.

Key words words**:** Pedïpwlyator kinematics, dynamics, to determine the pressure of the air force, matlab program for the management of simulation

УДК 621.869

Б.Т. Сазамбаева, Г.Р. Кәдірақын
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева, guldana_2103@mail.ru
Алматы, Республика Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТРУБЧАТОГО ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Аннотация. Приведена схема и образование трубчатой формы ленты, расчеты параметров нового ленточного конвейра, включающие определение длины трубообразования диаметр ленточного трубчатого конвейера.

Ключевые слова: трубчатый ленточный конвейер, лента, заворачивание в трубу, роликоопора.

Рост производственных мощностей требует применения современных видов транспорта. Транспортирование сыпучих грузов экологически защищенных должны транспортироваться в закрытых сосудах.

Одним из таких транспортирующих устройств является ленточный трубчатый конвейер, который позволяет транспортировать сыпучих груз, предохраняя его от воздействия окружающей среды. В настоящее время все чаще осуществляется при транспортировке вредных грузов ленточные трубчатые конвейеры (ЛТК). Как полностью герметичная транспортная установка ЛТК является весьма перспективным решением при создании экологически чистых систем транспортирования в сложных условиях. Область применения трубчатых конвейеров весьма широка и продолжает расширяться, что требует разработки научно обоснованных методов расчета их параметров. Ленточные конвейеры являются одним из основных видов непрерывного транспорта на горных предприятиях. К началу 70-х годов прошлого столетия в большинстве стран мира были значительно ужесточены меры по охране окружающей среды. Это способствовало интенсивному развитию закрытых экологически чистых технологий транспортирования особенно для пылящих и ядовитых грузов.

Рис. 1. ЛТК в г. Висмут АГ, Германия

Одной из удачных разработок того времени стала конструкция ленточного трубчатого конвейера, которую в 1970 году предложила фирма «Japan Pipe Conveyor Company». Новая конструкция получила известность как «Конвейерная система Бриджстоун» [1]. Название связано с японской корпорацией «Bridgestone Corporation», владевшей в течение 15 лет (начиная с 1979 года) 90% заказов на рынке ленточных трубчатых конвейеров.

Рис. 2. ЛТК в г. Тиссен Шталь АГ, Германия

В Германии на крупнейшей в Европе угольной шахте «Auguste Victoria» используется для перемещения в отвал пустой породы крупностью куска 120-300 мм ленточный трубчатый конвейер длиной -1658 м, диаметром трубы - 400 мм, с производительностью 900 т/ч и регулируемой скоростью в пределах 2,1-3,15м/с. Трасса конвейера включает три вертикальных изгиба с радиусом 246 м и пять горизонтальных - с радиусом 286 м. По условиям рельефа местности использование обычных конвейеров требовало установки пяти передаточных конвейеров с четырьмя перегрузочными пунктами. Применение трубчатого конвейера обеспечило бесперегрузочное транспортирование пустой породы и существенно улучшило экологию окружающей среды.

На рисунке 3 представлена схема участка образования грузонесущего желоба трубчатого ленточного конвейера.

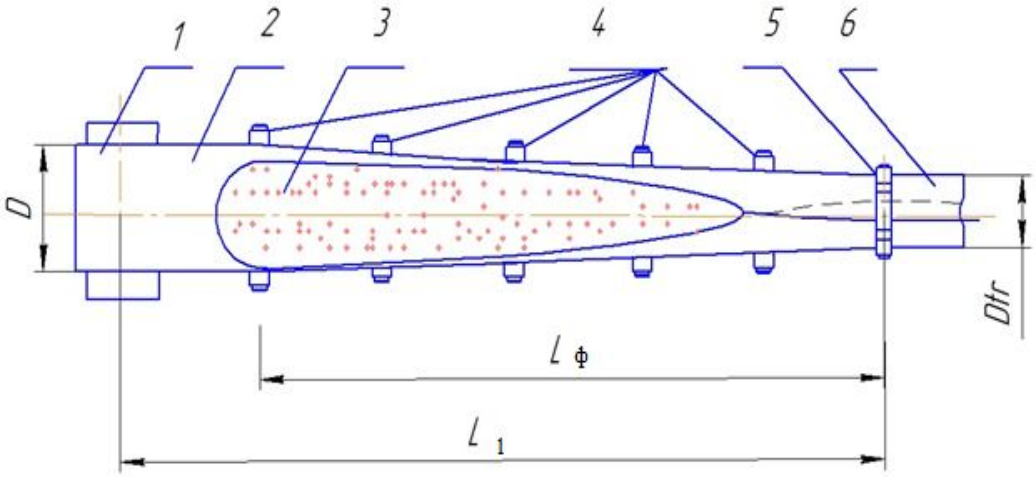


Рис. 3 Участок образования грузонесущего желоба трубчатого ленточного конвейера:*1* -барабан; *2* – лента; *3* – груз; *4* - переходные трехроликовые опоры; *5* – первая линейная кольцевая шестироликовая опора; *6* – перекрытие кромок ленты

Ширину рассматриваемого трубчатого конвейера определим по рекомендации Дьяченко А.В.[2]

$$\pi D + 0{,}1 \le B \le 1{,}15\pi DTP, \quad (1)$$

где В- ширина рассматриваемого нами конвейера равна
В=500 мм;
$D_б$ = 500 мм.

Ширина конвейера перекрывает борта в пределах 6÷8см.
Общая длина образования трубы определяется по формуле

$$L_ф = \frac{(\beta_{max} - \frac{\pi}{6})L_0 B}{\beta_{max}} = \frac{(180-30)3900}{180} = 3466 \text{ мм} \quad (2)$$

Из формулы 1 определим диаметр трубы

D_{TP}=130 мм

Пользуясь рекомендацией профессора Галкина В.И. [3], длину трубчатого конвейера с формированной в трубу частью берем равной

$$L_1 = 30D_{TP}, \quad (3)$$

L_1=130·30=3900 мм,

L_0=250+1500+10+1760 мм

$L_{зт}$=3000 мм,

где $L_{зт}$- длина закругленной части трубы

$$\frac{L_1}{\beta_{max}} = \frac{L_0}{\beta_{max} - \frac{\pi}{6}}, \quad (4)$$

где L_1 – длина рассматриваемого конвейера – расстояние между приводным и закругливающимся роликом.
Общая длина конвейера будет равна

$$L=2L_1+L_{зт}+2Lo \quad (5)$$

L=7800+3000+3520

$$\beta_{max} = \frac{B}{D_{TP}} = \frac{500}{130} = 3{,}8 \text{ рад} \quad (6)$$

Найденные параметры ЛТК позволят принимать ленте трубчатую форму, обеспечат герметичность транспортирования. Расчеты основаны на имеющихся теориях исследования [3]. В связи с этим обоснование параметров и расчета ЛТК с учетом длины заворачивания ленты при формировании желоба трубчатого ленточного конвейера является актуальной научной задачей и требуют дальнейшего исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдов С.Я., Вебер Г.Э., Мастерова Е.В. Трубчатый ленточный конвейер для пылеобразующих материалов. // «Известия вызов. Горный журнал», №2, 2006, с. 98-101.

2. Дьяченко А.В. Обоснование метода расчета напряженного состояния сыпучего груза и нагрузок на опорные элементы при формировании желоба трубчатого ленточного конвейера. // Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук.-М.: МГГУ, 2006. – 135 с.

3. Галкин В.И. Особенности эксплуатации ленточных трубчатых конвейеров и ленточных конвейеров с пространственной трассой.-М.: МГГУ, 2014г.

REFERENCES

1. Davydov S.J., Weber G.E., Masterova E.V., Tubular belt conveyor for dust-forming materials.// "Proceedings of the call. Mining Journal », №2, 2006, p. 98-101

2. Dyachenko A.V., Justification of the method of calculation of the stress state of bulk cargo and loads on the supporting elements in the formation of a tubular belt conveyor chute. // Diss. on soisk. uch. step. cand. tehn. nauk. M.: Moscow State Mining University , 2006. - 135 p.

3. Galkin V.I., Features of operation of belt conveyors and tubular belt conveyors with spatial trassoy. M.: Moscow State Mining University, 2014.

Сазамбаева Б.Т., Кәдірақын Г.Р.

Құбырлы таспалы конвейердің параметрлерін зерттеу

Түйіндеме. Бұл мақалада таспалы құбырлы конвейер қарастырылған, яғни жүк тасымалдаушы таспаның бұралу аймағын, таспалы құбырлы конвейердің параметрлерін анықтау.

Негізгі сөздер: таспалы құбырлы конвейер, таспа, құбырды орау, аунақтірекше.

Sazambaeva B.T., Kadirakyn G.R.

Investigation of the parameters of the tubular belt conveyor

Summary. This article discusses a tubular belt conveyor plot twist tape transporting goods, determination of the parameters of the tubular belt conveyor.

Key words: tubular belt conveyor, belt, wrapping the pipe, roller carriage.

УДК 004

Л.Ш. Балгабаева, О.В. Киселева
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, ident06@mail.ru)

ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы использования и проведен анализа состояния новых технологий возобновляемой энергетики, рассмотрены механизм реализации внедрения этих технологий в системах энергообеспечения различных объектов в Республике Казахстан.

Ключевые слова. Альтернативные источники энергии, потребление топливно-энергетических ресурсов, эффективное использование энергии.

В настоящее время поиск и активное использование новых альтернативных источников энергии во многих развитых странах мира приняты в качестве жизненно важных, стратегически необходимых ресурсов, обеспечивающих перспективное развитие экономик этих стран.

Прогнозируется, что доля альтернативной энергетики (солнечной, ветряной, приливной, гелиоэнергетики и т.п.) в мировом энергопотреблении будет ежегодно возрастать и к 2030 г. составит 30%, к 2050 г. – 50%. Однако, несмотря на многообещающие результаты, альтернативные источники энергии пока еще не вышли на уровень оптимального соответствия ожиданиям массового потребителя.

На пороге вступления Казахстана в ВТО экономика республики характеризуется сырьевой направленностью и высоким потреблением топливно-энергетических ресурсов.

Высокая энергоемкость экономики по сравнению с развитыми странами мира приводит к нерациональному использованию топливно-энергетических ресурсов, снижает конкурентоспособность экономики, и, как следствие, приводит к существенному загрязнению окружающей среды, в том числе парниковыми газами, оказывающими влияние на глобальное потепление климата.

Наряду со значительными запасами ископаемого органического топлива, Республика Казахстан обладает и обширными запасами возобновляемых ресурсов и источников энергии (солнечной, ветровой, гидравлической, геотермальной, энергии биомассы и ТБО, водородной и др.альтернативной энергетики). Технический потенциал возобновляемых ресурсов и источников энергии только по ветру составляет около 1 820 млрд. кВт*ч в год, что в 25 раз превышает объем потребления всех топливно-энергетических ресурсов Республики Казахстан, а экономический потенциал определен более чем в 110 млрд. кВт*ч, что в 1,5 раза больше годового внутреннего потребления энергоресурсов в Республики Казахстан [1]. В этой связи, вопросы эффективного использования возобновляемых ресурсов рассматриваются как задача на будущее, в том числе дано поручение Президента Республики Казахстан о необходимости выработки Правительству подходов к решению этой проблемы [2].

Приведем лишь несколько цифр, характеризующих интенсивность инновационных процессов в мире в отношении альтернативных источников энергии: в США на подобные разработки в 2010 году выделено из федерального бюджета $275 млн., в Японии – ежегодно 30 млрд. йен (около $273 млн.), а европейский бюджет исследований ВИЭ превышает 2 млрд. евро (период 2008-2012 годы).

Таким образом, можно констатировать, что в настоящее время поиск и активное мира приняты в качестве жизненно важных, стратегически необходимых ресурсов, обеспечивающих перспективное развитие экономик этих стран.

Для обеспечения эффективного использования возобновляемых ресурсов и источников энергии как фактора устойчивого развития экономики Республики Казахстан, Министерством охраны окружающей среды в соответствии с Концепцией перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 годы, одобренной Указом Президента Республики Казахстан от 14 ноября 2006 года № 216 разработана Стратегия «Эффективное использованиеэнергии и возобновляемых ресурсов Республики Казахстан в целях устойчивого развития до2024 года» [3].

В ходе реализации Стратегии прогнозируется достижение следующих результатов [3]:

- повышение доли использования альтернативных источников энергии в Республике Казахстан до 0,05 % к 2012 году, 5 % к 2018 году, 10 % к 2024 году;
- обеспечение замещения альтернативными источниками энергии к 2009 году 0,065 млн. тонн условного топлива, к 2012 году – 0,165 млн. тонн у. т., к 2018 году – 0,325 млн. тонн у. т., к 2024году – 0,688 млн. тонн у. т. и к 2030 году – 1,139 млн. тонн у. т.;
- повышение показателя эффективности использования ресурсов (ЭИР) до 33% к 2009году, 37 % к 2012 году, 43 % к 2018 году, 53 % к 2024 году;
- внедрение пилотных проектов по прорывным энергетическим технологиям (водородная энергетика и другие);
- снижение выбросов парниковых газов в Республике Казахстан.

1.1 Перспективы и проблемы использования ВИЭ в Республике Казахстан

Развитие энергетики, основанной на возобновляемых ресурсах (гидроэнергетика, ветроэнергетика, гелиоэнергетика, геотермальная энергетика, использование биотоплива) видится наиболее перспективным в условиях Казахстана, характеризующихся высокой концентрацией источников энергии при низкой плотности населения, наличием крупного аграрного сектора, свысоким процентом занятости населения в нем, благоприятных климатических и погодных условий для развития ветро- и гелиоэнергетики.

Рост потребления электрической и другой энергии как внутри Казахстана, так и уближайших соседей приведет к необходимости введения в строй новых мощностей и росту цен.

Инвестиции в строительство новых ГЭС, ТЭС будут означать усугубление экологических проблем и потерь на электрических сетях. В этой ситуации концепция децентрализации энергоснабжения на основе использования местных возобновляемых источниковэнергии могла бы быть экономической альтернативой централизованному энергоснабжению, особенно для отдаленных районов, испытывающих дефицит электроэнергии.

Ресурсная база ВИЭ в Казахстане.

Гидроэнергетика. Энергия воды является наиболее широко применяемым возобновляемым источником энергии. Преимущества гидроэнергетики: постоянное беззатратное возобновление энергоресурсов, высокая маневренность, комплексное использование водных ресурсов, отсутствиезагрязняющих атмосферу выбросов и экономия топлива.

Доля гидроэнергетики в мировом производстве электроэнергии составляет 18% (в Казахстане – 12,3%). Доля ГЭС в структуре генерирующих мощностей ЕЭС Казахстана составляет 12,3%, что является недостаточным. Оптимальная структура установленных мощностей в энергосистеме, при которой обеспечивается покрытие пиковых нагрузок, и создаются благоприятные условия регулирования частоты, предполагает долю ГЭС, осуществляющих регулирование стока рек, в размере не менее 15-20% от установленной мощности всех станций энергосистемы.

В целом мощность существующих в настоящее время ГЭС Казахстана составляет 2 068 МВт, с годовой выработкой электроэнергии 8,32 млрд. кВт/ч. Суммарный гидропотенциал Казахстана теоретически составляет порядка 170 млрд. кВт/ч в год, из которых экономически эффективно может вырабатываться 23,5 млрд. кВт/ч. Основные гидроэнергетические ресурсы сосредоточены в Восточном и Юго-Восточном регионах республики.

На территории Южного Казахстана суммарные потенциальные энергетические ресурсы региона определены в размере 10 млрд. кВт/ч. Северный и Центральный Казахстан располагает минимумом водно-энергетических ресурсов, на их долю приходится всего около 2,08 млрд. кВт/ч, или 1,7% потенциальных гидроэнергетических ресурсов республики. Водно-энергетический потенциал рек Западного Казахстана оценивается в 2,8 млрд. кВт/ч.

Наиболее перспективными для гидроэнергетического строительства значительной мощности являются следующие реки региона: Или, Чарын, Чилик, Каратал, Коксу, Тентек, Хоргос, Текес, Талгар, Большая и Малая Алматинки, Усек, Аксу, Лепсы, Ыргайты.

Реки горных районов отличаются большой водоносностью и обладают значительными уклонами (что особенно важно для малой гидроэнергетики). Эти реки представляют наибольшийинтерес в энергетическом отношении при строительстве новых и реконструкции старых малых ГЭС. Для обеспечения балансирующей мощности рекомендуется сооружение каскадов малых ГЭС и ГАЭС.

1.2 Анализ современного состояния разработок по ВИЭ в Республике Казахстан

Развитие эффективной нетрадиционной энергетики позволит дать населению регионов страны тепло и свет за счет использования местных возобновляемых энергетических ресурсов, обеспечить экологическую безопасность систем энергоснабжения, сохранить не возобновляемые топливно-энергетические ресурсы для будущих поколений.

Имеющийся обширный зарубежный опыт их практического использования показывает, что успешному развитию этой отрасли способствует последовательная государственная политика, направленная на стимулирование развития рынка оборудования и услуг, а также широкое информирование населения о преимуществах данных технологий.

Большинство стран обратились к нетрадиционным возобновляемым источникам производства энергии «благодаря» кризису начала 1970-х годов. Именно после этого в странах Западной Европы, США не только тщательно изучены возможности использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ), но и разработаны законодательные механизмы для развития их рынка Республика Казахстан, являющаяся средне континентальной страной, обладает большой потенциальной энергией экологически чистых возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – ветра, солнца, горных рек, геотермальной энергии и др. В настоящее время использование этойэнергии в РК составляет 0,3 % от общей выработки электроэнергии, из которой более 90% приходится на малые ГЭС.

В 2010 году производство электроэнергии электростанциями Казахстана составило 67,8 миллиарда киловатт-часов (на 1,6% больше, чем в 2009 году). Потребление электроэнергии в 2010 году выросло на 5,3%. Намечается устойчивая тенденция дальнейшего роста энергопотребления. В этой связи в республике проявляется наибольший за последние годы интерес к использованию ВИЭ. Однако, нормативно-правовая база в области возобновляемой энергетики (ВЭ) практически отсутствует. Закон об энергосбережении, утвержденный в 1997 году, не работает, неразработаны к нему подзаконные нормативные правовые акты.

Республика Казахстан имеет все возможности для того, чтобы воспользоваться наметившимися мировыми тенденциями для обеспечения своего устойчивого развития независимо от истощения невозобновляемых ресурсов и не только войти в число 50-тинаиболее конкурентоспособных стран мира, но и сохранить эти позиции за будущимипоколениями.

На сегодняшний день в стране разработан на высоком научно-техническом уровне практически весь спектр ВИЭ, обеспечивающий реальные потребности страны. Это является результатом многолетней работы, проводимой научными коллективами и проектными организациями.

Ученые уверены, что 1—2 процента альтернативной энергии могли бы обеспечить потребности хозяйства всей страны. По скромным подсчетам ученых, если наша страна станет продавать трансформированную возобновляемую энергию, то объем прибыли может превысить доходы от продажи «черного золота». Благодаря дешевизне и избытку электроэнергии промышленность смогла производить конкурентоспособную продукцию. К примеру, можно значительно удешевить энергозатратный процесс переработки нефти в пластмассу, масло, гудрони другое.

Малая гидроэнергетика оказывает несущественное влияние на окружающую среду, особенно если учесть многовековой опыт использования водотоков для работы мельниц, гидравлического привода различных механизмов. К объектам малой гидроэнергетики относятся: микро-ГЭС - мощностью до 100 кВт; мини-ГЭС - мощностью от 0,1 до 1 МВт; малые ГЭС - от 1до 10 МВт; группа портативных переносных микро-ГЭС до 10 кВт; специальные рукавные переносные гидроэлектростанции мощностью до 1,5 кВт (РПГЭС).

Малые ГЭС сооружаются при водохранилищах неэнергетического назначения, на крупных каналах, располагающих энергетическим потенциалом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистический сборник «Топливно-энергетический баланс Республики Казахстан», Алматы, Агентство Республики Казахстан по статистике.

2. Проект «Программы эффективного и рационального использования возобновляемых источников энергии» - Поручение Президента Республики Казахстан Правительству № 3392

3. Проект Стратегии «Эффективное использование энергии и возобновляемых ресурсов Республики Казахстан в целях устойчивого развития до 2024 года»

4. Статистический сборник «Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Республики Казахстан», Алматы, Агентство Республики Казахстан по статистике.

5. Оценочный доклад «О ситуации по возобновляемым источникам энергии в Республике Казахстан», г. Алматы

6. «Перспективы для возобновляемой энергии в Казахстане» - Предложения посольства Великобритании на встрече в Астане для обсуждения возможностей развития возобновляемых источников энергии в Казахстане, г. Астана, Министерство Энергетики и Минеральных Ресурсов РК.

REFERENCES

1. Statisticheskij sbornik «Toplivno-energeticheskij balans Respubliki Kazaxstan», Almaty, Agentstvo Respubliki Kazaxstan po statistike.

2. Proekt «Programmy effektivnogo i racionalnogo ispolzovaniya vozobnovlyaemyx istochnikov energii» - Poruchenie Prezidenta Respubliki Kazaxstan Pravitelstvu № 3392.

3. Proekt strategii «Effektivnoe ispolzovanie energii i vozobnovlyaemyx resursov Respubliki Kazaxstan v celyax ustojchivogo razvitiya do 2024 goda»

4. Statisticheskij sbornik «Oxrana okruzhayushhej sredy i ustojchivoe razvitie Respubliki Kazaxstan», Almaty, agentstvo Respubliki Kazaxstan po statistike.

5. Ocenochnyj doklad «O situacii po vozobnovlyaemym istochnikam energii v Respublike Kazaxstan», g. Almaty

6. «Perspektivy dlya vozobnovlyaemoj energii v Kazaxstane» - predlozheniya posolstva velikobritanii na vstreche v astane dlya obsuzhdeniya vozmozhnostej razvitiya vozobnovlyaemyx istochnikov energii v Kazaxstane, g. Astana, ministerstvo energetiki i mineralnyx resursov RK.

Балғабаева Л.Ш., КиселеваО.В.

Қазақстан Республикасында жаңартылған ресурстар энергиясын тиімді қолданудың келешегі және қысқаша талдау.

Аңдатпа. Мақалада энергия күйімен жаңартылған энергетиканың жаңа технологиясын қолданудың келешегі қарастырған, сондай-ақ бұл технологияны Қазақстан Республикасындағы әртүрлі обьектілерді энергиямен қамтамасыздандыру жүйелеріне енгізу механизмі қарастырылған.

Түйін сөз. Энергия көздерінің балама түрлері, жылу энергетикалық ресурстарды тұтыну, энергияны тиімді пайдалану.

Balgabaeva L.S., Kisseleva O.V.

A brief analysis of the status and prospects of the efficient use of energy from renewable resources in the Republic of Kazakhstan

Summary. The article analyzes the state and the prospects of new renewable energy technologies, discussed the mechanism of realization of these technologies in energy supply of various objects in the Republic of Kazakhstan.

Key words. Alternative energy sources, consumption of energy resources, efficient use of energy.

УДК 004.65:004.75

[1]Г.У. Бектемысова, [2]Артур Д. Байер, [1]Д. Едилхан, [1]Н.К. Мукажанов,
[1]А. Касымова, [1]С. Оразбеков
([1]Международный университет информационных технологий, г. Алматы, Республика Казахстан,
[2]Университет прикладных наук, г. Шмалкальден, Германия
email: mukazhan@mail.ru, yedilkhan@gmail.com)

МАСШТАБИРУЕМЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БОЛЬШИМ ОБЪЕМОМ ДАННЫХ

Аннотация. Целью данной статьи является анализ двух современных высокоэффективных решений по масштабированию баз данных без дополнительных затрат. В статье рассматривается два популярных решения в области баз данных для масштабирования, и проводится сравнение с традиционными реляционными решениями. Для сравнения результатов проводится тестирование на производительность с использованием нескольких кластеров и сравнение с реляционной СУБД Postgre SQL.
Ключевые слова: база данных, масштабируемость, NoSQL, Appache Cassandra, Mongo DB, Big table

Введение. В современном мире часто возникают задачи, которые связаны с обработкой больших объемов данных и высокой нагрузкой. Одним из примеров могут служить веб-приложения, такие как социальные сети, торговые платформы, крупные новостные порталы и другие. Каждый из приложений обладает своей спецификой, однако их общей особенностью является работа с огромными объемами данных и большим количеством пользователей, которые могут читать или изменять эти данные. Кроме того, объемы данных в таком случае постоянно растут, равно как и аудитория, что приводит к вопросу о том, как масштабировать приложение (и используемые решения для работы с данными). За последние три года человечество произвело информации больше, чем за всю историю своего существования. И рост продолжается экспоненциально. Так как с каждым годом поток информации растет, появляется необходимость расширять возможности хранения данных в зависимости от поступления данных. В настоящее время каждый день через различные системы проходит огромнейший поток данных, и вся эта информация накапливается в базах данных.

1. Определение основных понятий

Для полного понимания темы статьи введем понятие масштабируемости. Масштабируемость это возможность системы справляться с увеличением рабочей нагрузки при добавлении ресурсов. Система называется масштабируемой, если она способна увеличивать производительность пропорционально дополнительным ресурсам. Масштабируемость можно оценить через отношение прироста производительности системы к приросту используемых ресурсов. Чем ближе это отношение к единице, тем лучше. Также под масштабируемостью понимается возможность наращивания дополнительных ресурсов без структурных изменений системы. В системе с плохой масштабируемостью добавление ресурсов приводит лишь к незначительному повышению производительности, а с некоторого «порогового» момента добавление ресурсов не даёт никакого полезного эффекта.

Обычно рассматривают масштабируемость в двух направлениях: вертикальную (наращивание вычислительной мощности одного сервера) и горизонтальную (наращивание числа серверов). Вертикальная масштабируемость, как известно, имеет свой предел, а финансовые затраты нелинейно зависят от производительности сервера. Таким образом, приемлемым вариантом оказывается только горизонтальное масштабирование, то есть увеличение числа серверов при возрастающих нагрузках и объемах данных. К сожалению, горизонтальное масштабирование системы управления данными является достаточно сложной задачей. Традиционные SQL-ориентированные СУБД изначально создавались для работы на одной машине и потому плохо приспособлены для работы в кластере (разновидность параллельной или распределенной системы, который используется как единый ресурс для выполнения общих приложений) или облаке (технология, объединяющая ИТ-ресурсы различных аппаратных платформ и предоставляющая пользователю доступ к ним через Интернет). Все это привело к разработке новых распределённых систем и подходов, решающих проблему горизонтальной масштабируемости. Несмотря на то, что все они направлены на решение проблемы масштабируемости, каждое решение имеет те или иные достоинства и недостатки и может эффективно справляться, таким образом, лишь с определённым классом задач. Мысль о том, что

универсальных систем управления данными не существует, подчеркивает общую тенденцию к переходу от повсеместного использования «универсальных» SQL-ориентированных СУБД к выбору системы исходя из решаемой задачи [1,3].

2. Обзор и анализ масштабируемых решений

В данном разделе статьи рассматриваются две наиболее популярные решения для обеспечения требуемой масштабируемости Appache Cassandra и Mongo DB.

Система Cassandra. Система Cassandra была разработана и использовалась в Facebook. В её основе лежат идеи Google BigTable и Amazon DynamoDB. В настоящее время Cassandra является проектом с открытым исходным кодом (на Java), поддерживаемым Apache Software Foundation. По организации модели данных Cassandra схожа с BigTable и HBase, однако терминология и детали несколько различаются. База данных в Cassandra называется «пространством ключей» (keyspace) и содержит семейства столбцов (column family), которые являются аналогом таблиц и служат контейнерами для строк (рядов, rows), идентифицируемых уникальными ключами (row key). Строки состоят из столбцов (column) или супер-столбцов (super column). Столбец является минимальной единицей данных в Cassandra и состоит из имени, значения и временной метки (все эти поля предоставляются клиентом), хранится только последняя версия данных (в противоположность BigTable и HBase). Супер-столбцы, в свою очередь, содержат внутри себя столбцы, добавляя тем самым еще один уровень вложенности. Кроме того, поддерживаются специальные столбцы, такие как счётчики или столбцы с указанным временем жизни (TTL). Разным строкам необязательно должен соответствовать один и тот же набор столбцов или супер-столбцов. Семейства столбцов хранятся в отдельных файлах с сортировкой по ключам строк и должны содержать столбцы, доступ к которым в запросах предполагается осуществлять вместе. Для работы с данными Cassandra поддерживает SQL-подобный язык CQL (Cassandra Query Language), кроме того, есть поддержка Hadoop MapReduce. Для ускорения запросов поддерживается создание вторичных индексов. Операции модификации данных являются атомарными на уровне одной строки таблицы, постоянство хранения обеспечивается с помощью записи в журнал, поддерживается сжатие данных. Cassandra позволяет гибко варьировать уровень согласованности данных на уровне операций. Конфликты разрешаются на основании временных меток (выигрывает последняя версия). Cassandra проектировалась так, чтобы обеспечить хорошую масштабируемость и надежность на большом количестве недорогих (и ненадежным) машин. В отличие от BigTable и HBase, в кластере Cassandra нет выделенных узлов, все они равноправны и выполняют одни и те же функции. Для распределения данных по узлам применяется консистентное хэширование (consistent hashing) и направленная передача (hinted handoff), новые узлы могут быть легко добавлены в кластер, а обнаружение сбоев и восстановление происходят автоматически. Разделение строк по узлам может осуществляться как случайным образом, так и с сохранением порядка. Репликация поддерживается как в пределах кластера, так и между географически распределёнными кластерами. Клиентские библиотеки для работы с Cassandra доступны для большинства языков программирования (основаны на Thrift). Эта система используется во многих проектах с высокой нагрузкой [1-4].

Mongo DB – документная СУБД с открытым исходным кодом, написанная на C++ и разрабатываемая компанией 10gen. MongoDB обладает достаточно богатой функциональностью и является одной из самых популярных NoSQL- систем на данный момент. MongoDB позволяет оперировать JSON-документами (хранимыми и передаваемыми в виде BSON – более компактного двоичного представления JSON), объединяемыми в коллекции, которые, в свою очередь, объединяются в базы данных. Каждый документ в коллекции должен содержать уникальный идентификатор (сгенерированный автоматически или пользователем), который не может изменяться после создания документа. Кроме идентификатора, документ также может содержать произвольный набор полей, которые могут содержать массивы и вложенные документы. Заранее предопределенной схемы данных нет: документы в одной коллекции могут содержать разные наборы полей. Для работы с документами предусмотрены операции поиска, вставки, удаления и обновления документов. Для поиска документов в коллекции используется метод запросов по образцу, поддерживаются сортировка, проекция, просмотр результатов запроса с помощью курсора. Кроме того, поддерживается MapReduce, а также Aggregation Framework – способ формирования запроса из последовательных шагов, таких как агрегация, проекция, сортировка и т.д., что позволяет выполнять достаточно сложные аналитические запросы. Обновление документа может производиться либо полной заменой документа (с сохранением идентификатора), либо изменением полей существующего

документа (в том числе добавление элемента в массив, увеличение числа и т.д.); при этом операция модификации одного документа всегда является атомарной (если обновление затрагивает несколько документов, то это уже не так). Кроме того, поддерживается атомарная операция «find And Modify», которая находит и изменяет документ, возвращая старую или новую версию. MongoDB использует блокировки для синхронизации параллельного доступа в пределах одного узла. Для ускорения поиска документов поддерживается создание индексов на одном или нескольких полях документов в коллекции (реализованные с помощью B-деревьев), а также двумерные пространственные индексы. Существует возможность «подсказать» оптимизатору запросов, какой индекс использовать (hint), и проанализировать план выполнения (explain). Масштабируемость в MongoDB достигается за счёт разделения документов из коллекции по узлам на основании выбранного ключа (shard key). Поддерживается асинхронная репликация в режиме «главный-подчиненный»: операции записи обрабатываются только главным узлом, а чтения могут осуществляться как с главного узла, так и с одного из подчиненных. Клиент может работать в разных режимах: неблокирующем (не дожидаясь подтверждения) или блокирующем (ожидая подтверждения от заданного количества узлов). Таким образом, MongoDB поддерживает различные модели согласованности в зависимости от того, разрешены ли чтения с вторичных узлов и от скольких узлов ожидаются подтверждения при записи. MongoDB может быть использована также и в качестве распределённой файловой системы благодаря функционалу GridFS. Клиентские библиотеки для работы с MongoDB доступны для большого числа языков программирования, кроме того, поддерживается REST-интерфейс. Эта система используется в большом числе крупных компаний и проектов, среди которых SourceForge, Foursquare, The Guardian, Forbes, The New York Times и др [1-5].

3. Тестирование на производительность с использованием нескольких кластеров и сравнение с реляционной СУБД Postgre SQL

В данном эксперименте сравнивалась производительность основных операций, среди которых вставка, удаление, выборка объектов. Для сравнения, эксперимент проводился также и на реляционной базе данных Postgre SQL, которая использовалась как хранилище типа ключ-значение с фиксированным набором полей. Тестируемые БД развертывались на машине m1.large с ОС RedHat Linux x64 облачного сервиса Amazon EC2. Тест запускался из клиентской машины t2.micro с ОС Ubuntu Linux x64 сервиса Amazon EC2. Для проведения тестов использовался язык программирования Python и библиотеки cql, pymongo и psycopg2. Все тесты проводились с таблицей пользователи (users), которая имеет два атрибута Фамилия (lname) и Имя (fname). Операции вставки, удаления, выборки проводились при различной «наполненности» баз данных: 0, 10000, 1000000, 5000000 строк.

Операция вставки в пустую базу данных. Результаты вставки в пустую базу данных 10000, 1000000, 5000000 записей измерялись в секундах и в операциях в секунду. Использовались 100 потоков. В таблицу пользователи в цикле записывались строки lname: DataJones[i] и fname: DataBob[i], где i=1..N, N – количество записей БД.

Таблица 1. **Результаты тестирования**

БД	Количество записей в БД		
	10000	1000000	5000000
Cassandra	1,7138/5835,08	177,4487/5635,43	924,14997/5410,38
Mongodb	1,3359/7485,69	132,4201/7551.72	664,6872/7522,33
PostgreSQL	3,2763/3052,16	328,9147/3040,30	1647,3899/3035,10

График 1. График тестов

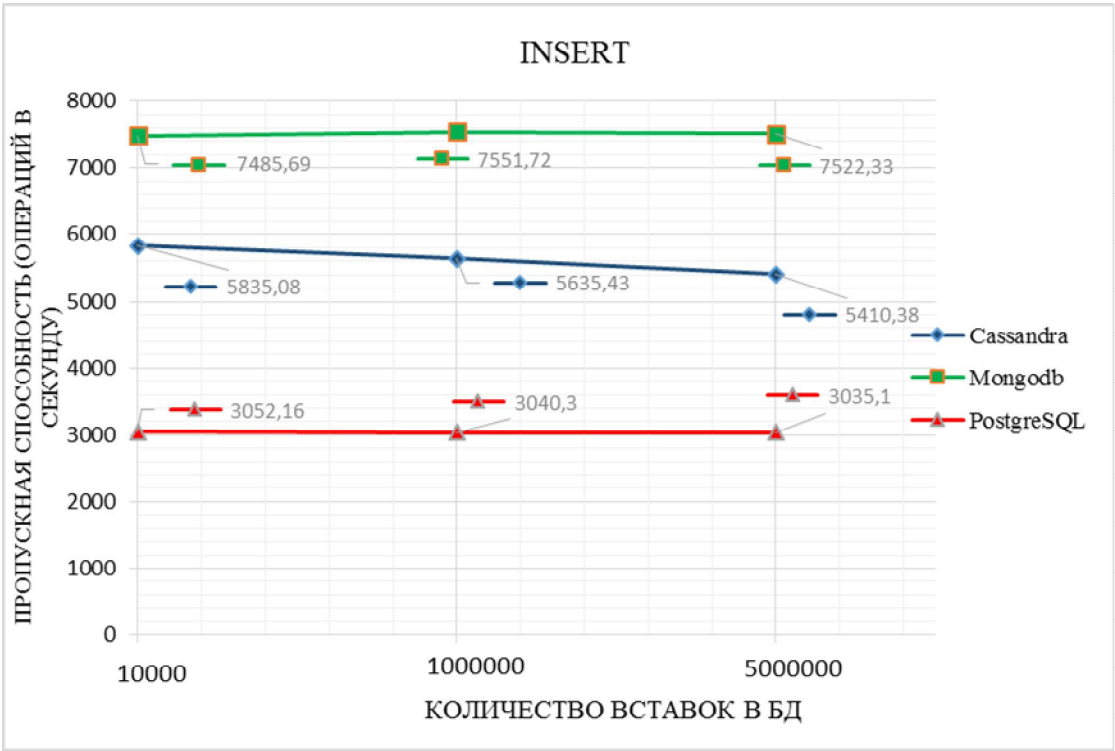


График 2. График тестов

Из результатов видно, что вставка не зависит от количество записываемых строк в БД, быстрее всех показала себя MongoDB, чуть медленнее Cassandra, а PostgreSQL медленнее этих БД в два раза.

Операция вставки при различной «наполненности» базы данных. Результаты измерялись в секундах и в операциях в секунду для пустой базы данных (0 записей), немного загруженной базы (10000), и более загруженной базы (1000000 и 5000000 записей соответственно). Записывались 10000 строк lname: Jones[i] и fname: Bob[i] в таблицу пользователи, где i=1..10000.

Таблица 2. **Результаты тестирования**

БД	Количество записей в БД			
	0	10000	1000000	5000000
Cassandra	1,6526/6050,99	1,7793/5620,21	1,6065/6224,75	1,6941/5902,56
Mongodb	1,3417/7453,15	1,3275/7532,97	1,3149/7604,85	1,3678/7310,78
PostgreSQL	3,1379/3186,76	3,5103/2848,72	3,2225/3103,20	3,2403/3086,10

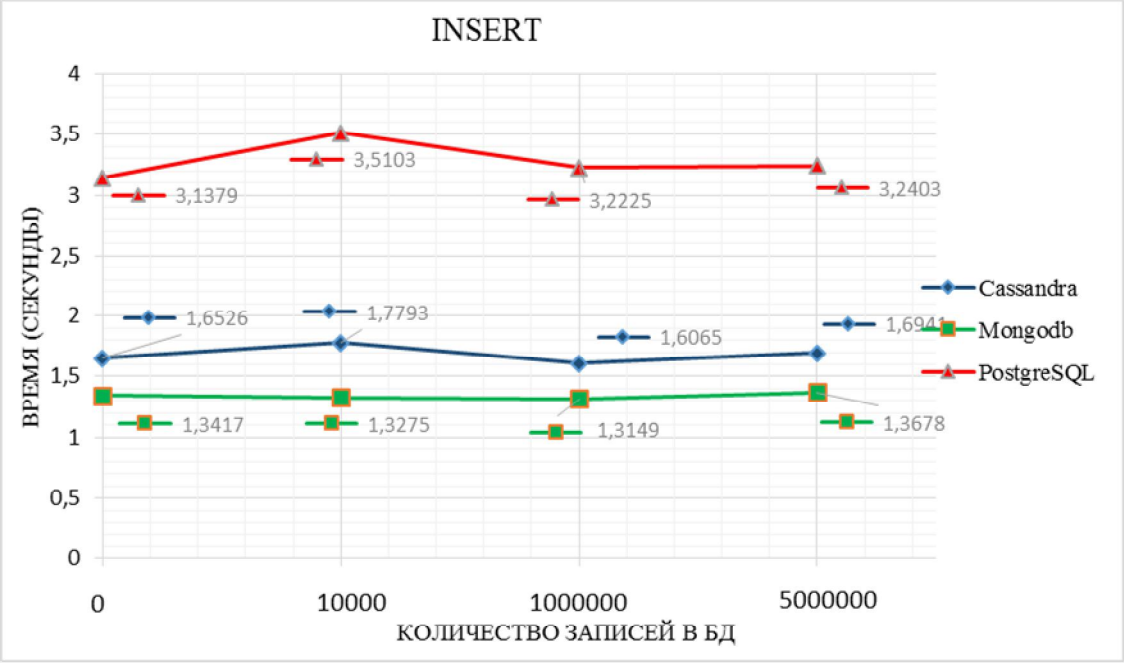


График 3. График тестов

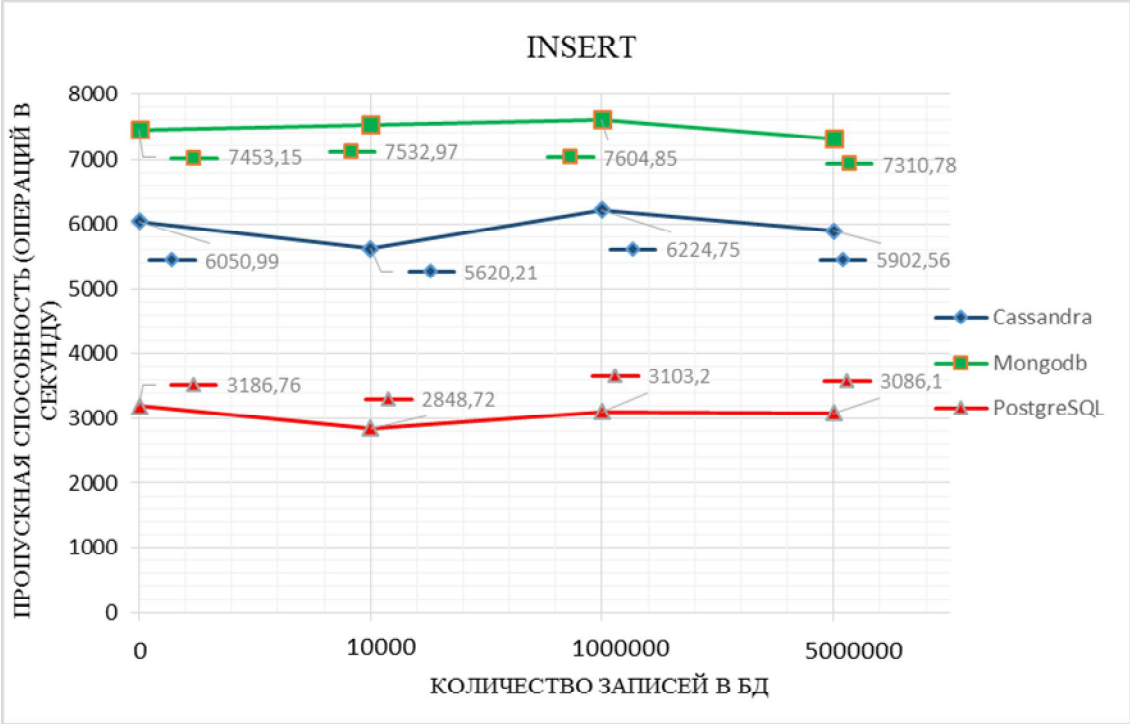


График 4. График тестов

Из результатов видно, что вставка строк не зависит от наполненности БД, быстрее всех показала себя MongoDB, чуть медленнее Cassandra, а PostgreSQL медленнее этих БД в два раза.

Операция поиска в базе данных. Измерялось время поиска объекта в БД (в секундах/опер. в секунду) при различной наполненности БД. Для БД Cassandra и PostgreSQL осуществлялся запрос “SELECT * FROM users WHERE lname='Jones’+random(N)”, а для MongoDB “db.users.find({‘lname’:‘Jones’+random(N)})”, где N количество записей в БД.

Таблица 3. **Результаты тестирования**

БД	Количество записей в БД			
	10000	20000	1010000	
Cassandra	0,003455/2893621,25	0,003401/2940276,20	0,003380/2958527,19	
Mongodb	0,003819/2618494,19	0,007438/1344457,48	0,362646/27575,11	
PostgreSQL	0,001833/5455650,36	0,002905/3442186,29	0,098565/101455,78	

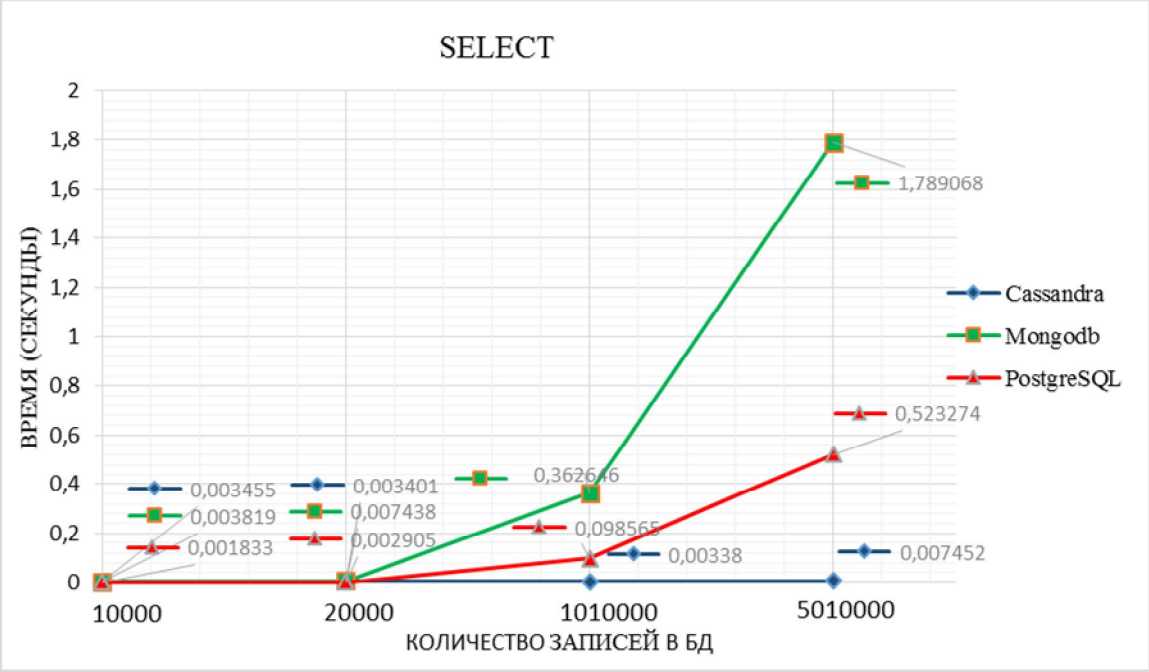


График 5. График тестов

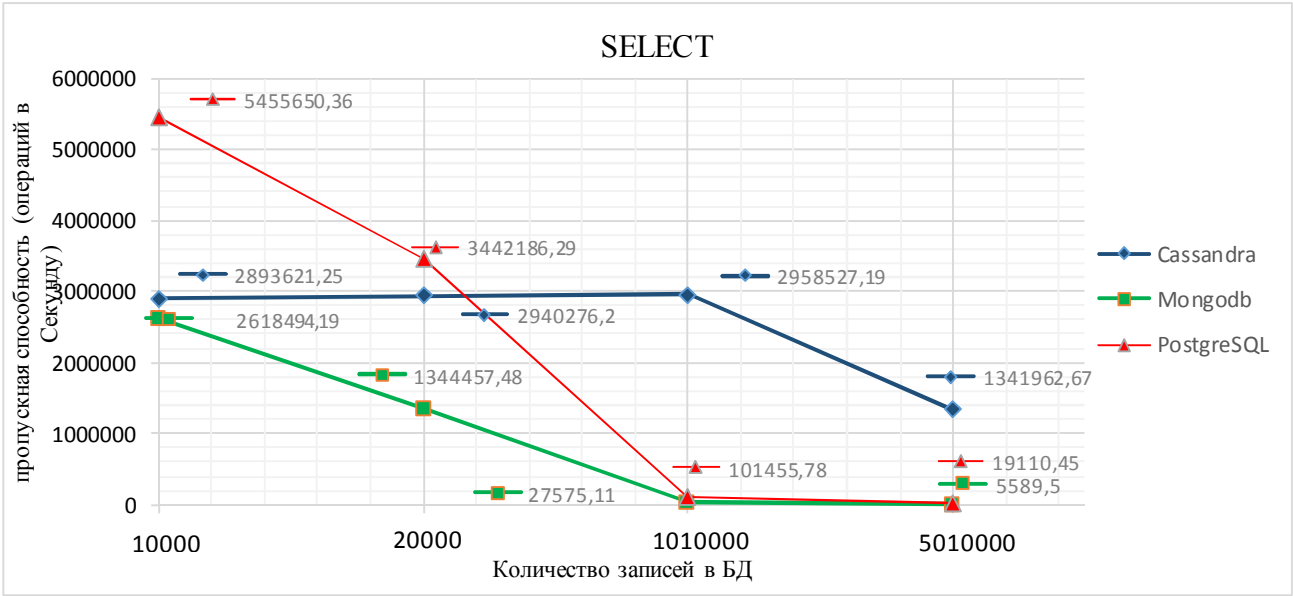


График 6. График тестов

Из результатов видно, что при росте объема данных время для поиска одной записи у MongoDB быстро увеличивается, лучше всего ведет себя Cassandra.

Операция удаления объекта из базы данных. Измерялось время удаления объекта в БД (в секундах/опер. в секунду) при различной наполненности БД. Для БД Cassandra и PostgreSQL осуществлялся запрос “DELETE FROM users WHERE lname='Jones’+random(N)”, а для MongoDB “db.users.remove({‘lname’:‘Jones’+random(N)})”, где N количество записей в БД.

Таблица 4. **Результаты тестирования**

БД	Количество записей в БД			
	10000	20000	1010000	5010000
Cassandra	0,003338/2995931,43	0,001237/7721472,75	0,001212/8251630	0,001268/8298979
Mongodb	0,003750/2666605,63	0,007175/1393734,30	0,340653/29355,39	1,686341/5929,10
PostgreSQL	0,001452/6887198,69	0,002466/4055210,29	0,098151/101883,86	0,524233/19075,48

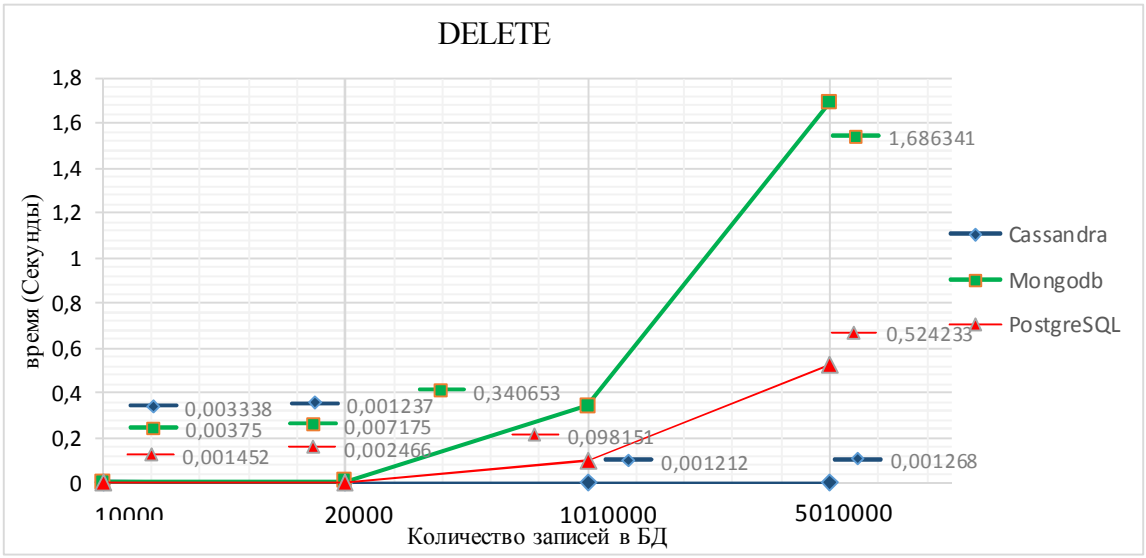


График 7. График тестов

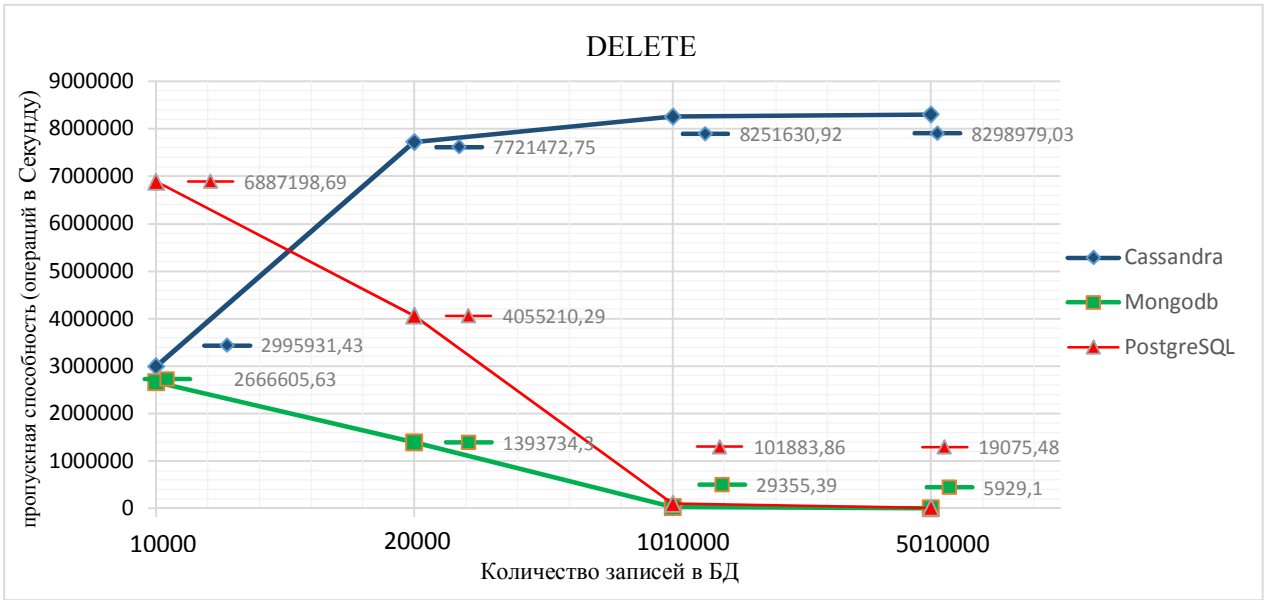


График 8. График тестов

Из результатов видно, что при росте объема данных производительность MongoDB сильно падает, лучше всего ведет себя Cassandra.

Заключение

В данной работе была дана общая характеристика двух масштабируемых систем управления базами данных, проведено несколько тестов, которые показали очень хорошие результаты. Создание и появление этих систем послужило, в том числе, активное развитие интернет технологий, что привело к появлению большого числа приложений с гигантской нагрузкой и огромными объемами данных. NoSQL-системы фокусируются в основном на том, чтобы обеспечить требуемую масштабируемость (и отказоустойчивость) даже за счёт снижения гарантий согласованности данных и отказа от привычной транзакционной семантики. Модели данных, поддерживаемые NoSQL-системами, в целом проще, чем реляционная модель, а жестко определённой схемы данных и ограничений целостности, как правило, нет. При использовании NoSQL- систем разработка приложений часто упрощается за счёт более простых и гибких моделей данных и меньшего несоответствия объектно-ориентированной модели языка программирования и модели данных используемой СУБД. Большое разнообразие систем и подходов обусловлено общей тенденцией к специализации в области СУБД: каждая система управления данными приспособлена для решения определённого класса задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартин Фаулер, Прамодкумар Дж. Садаладж, NoSQL: новая методология разработки нереляционных баз данных, Пер. с англ. - М.: ООО "И.Д. Вильяме", 2013. - 192 с.

2. Билл Фрэнкс, Укрощение больших данных: как извлекать знания из массивов информации с помощью глубокой аналитики пер. с англ. Андрея Баранова. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2014. — 352 с.

3. A B M Moniruzzaman and Syed Akhter Hossain, NoSQL Database: New Era of Databases for Big data Analytics-Classification, Characteristics and Comparison, International Journal of Database Theory and Application Vol. 6, No. 4, August, 2013

4. П.А. Клеменков, Применение NoSQL для построения рекомендательных сервисов реального времени

5. Q. Ethan McCallum and Stephen Weston, Parallel R, Published by O'Reilly Media, Inc., 2012

REFERENCES

1. Martin Fowler, Pramod J. Sadalage, NoSQL: novaiya metodologiya razrabotki nerelyasionnyh baz dannyh, Per. s angl. – M.: OOO "I.D. Vilyams", 2013. – 192 s.

2. Bill Franks, Ukreplenie bolshih dannyh: kak izvlekat znanya iz massivov informasii s pomoshchyu glubokoi analitikoi, per. s angl. Andreya Baranova. – M.: Mann, Ivanov i Ferber, 2014. – 352 s.

3. A B M Moniruzzaman and Syed Akhter Hossain, NoSQL Database: New Era of Databases for Big data Analytics-Classification, Characteristics and Comparison, International Journal of Database Theory and Application Vol. 6, No. 4, August, 2013

4. P.A. Klemenkov, Primenenie NoSQL dlya postroenya rekomendatelnyh servisov realnogo vremeni.

5. Q. Ethan McCallum and Stephen Weston, Parallel R, Published by O'Reilly Media, Inc., 2012

Бектемысова Г.У., Артур Д. Байер, Едилхан Д., Мукажанов Н.К., Касымова А., Оразбеков С.

Үлкен көлемдегі мәліметтерді басқаруға арналған ауқымды шешімдер

Түйіндеме. Ұсынылып отырған мақалада мәліметтер қорын масштабтау бойынша заманауи жоғары өнімділікті шешімдердерге талдау жасалынады. Мақалада мәліметтер қоры саласыда масштабтау бойынша белігілі шешімдерді дәстүрлі реляциялық шешімдермен салыстыру қарастырылады. Салыстыру үшін бірнеше кластерлерде өнімділік бойынша тестілеу жүргізілді.

Кілттік сөздер: мәліметтер қоры, ауқымдылық, NoSQL, Appache Cassandra, Mongo DB, Big table

Bektemysova G.U., Artur D. Beyer, Edilhan D., Mukazhanov N.K., Kasymov A., Orazbekov S.

Scalable solution for managing large volumes of data

Summary. The purpose of this paper is to analyze two modern high-performance solutions to scale databases without additional cost. The article discusses two popular solutions in the field of databases to scale, and the comparison with traditional relational solutions. For comparison, the results are tested for performance using multiple clusters and comparing the relational DBMS Postgre SQL.

Key words: database, scalability, NoSQL, Appache Cassandra, Mongo DB, Big table

Б. Ахметов, М.С. Тунгатарова, А.А. Джомартов
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, eng.akhmetov@gmail.com)

ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ДЛЯ ЛАТЕНТНОГО ТЕПЛОВОГО АККУМУЛЯТОРА

Аннотация. Приведен обзор материалов фазового перехода для эффективного хранения тепловой энергии из альтернативных источников энергии. Для разных типов парафиновых восков, проведен сравнительный анализ скорости изменения координаты границы раздела между твердой и жидкой фазы на основе математической модели, то есть, однофазной задачи Стефана. В результате выбраны материалы фазового перехода (МФП) для латентного теплового аккумулятора – часть гибридного теплонакопителя солнечной тепловой энергии, которые считаются потенциальными МФП для хранения солнечной тепловой энергии.

Проведен анализ термодинамических, физических, кинетических и химических свойств различных материалов фазового перехода для использования в экспериментальном образце гибридного теплонакопителя, состоящего из латентного теплового аккумулятора и аккумулятора тепловой энергии с вертикальным грунтовым теплообменником скважинного типа.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, солнечная энергия, материалы фазового перехода, латентный тепловой аккумулятор, теплонакопитель, гибридный теплонакопитель.

Латентный тепловой аккумулятор с использованием материала фазового перехода является привлекательным за счет его высокой плотности хранения тепловой энергии при незначительном изменении температуры. Как известно, кроме тепло-массообменных процессов в ЛТА, важную роль играет выбор фазового перехода материала для разработки эффективного латентного теплового аккумулятора (ЛТА). Аккумулирование тепла в ЛТА может быть достигнуто путем изменения фазы МФП в любой из возможных вариаций: жидкое-твердого-газообразное. Последнее означает, что фаза материала остается твердой во время аккумулирования тепла, а тепло накапливается твердым материалом. Однако, переходы из твердого в жидкое и из твердого в твердое являются подходящим для ЛТА с точки зрения безопасности и энергоэффекивности, а остальные виды изменения фаз не подходят для ЛТА, поскольку такие фазовые переходы требуют большой емкости ЛТА.

Для наиболее эффективной работы теплонакопителя МФП должен отвечать ряду критериев, представленных в таблице 1.

Таблица 1. **Критерии, налагаемые на МФП теплообменника**

Термические свойства • Указанный диапазон температуры плавления; • Высокое латентное тепло на единицу объема (при фазовом переходе); • Высокая теплопроводность обеих фаз (то есть, твердые и жидкие фазы); • Высокая теплоемкость для обеспечения дополнительного физического тепла.
Физические свойства • Небольшое изменение объема материала при фазовом превращении; • Низкое давление пара при рабочей температуре; • Устойчивое фазовое равновесие; • Высокая плотность; • Конгруэнтное плавление
Кинетические свойства • Отсутствие переохлаждения; • Высокая скорость зарождения кристаллов; • Соответствующая скорость кристаллизации.
Химические свойства • Долгосрочная химическая стабильность; • Полностью обратимый цикл замораживания/расплава; • Совместимость с конструкционными материалами аккумулятора; • Без коррозионного влияния на конструкционные материалы; • Безопасный (нетоксичный, негорючий и невзрывоопасный)
Экономические ограничения • Доступный в больших количествах; • Низкая стоимость.

С учетом предъявляемых требований проведен анализ существующих материалов фазового перехода. В качестве потенциального материала фазового перехода для хранения тепловой энергии были рассмотрены разные классы материалов, в том числе гидратированные соли, парафиновые воски, жирные кислоты, эвтектика органических и неорганических соединении и полимеры (Рисунок 1). По диапазону температуры фазового перехода МФП можно разделить на три основные группы: а) низко температурные МФП - с температурой фазового перехода ниже 15°С; б) средне температурные МФП, самые популярные - с температурой фазового перехода в диапазоне 15-90^{0}С; в) высоко температурные МФП с фазовым переходом выше 90^{0}С.

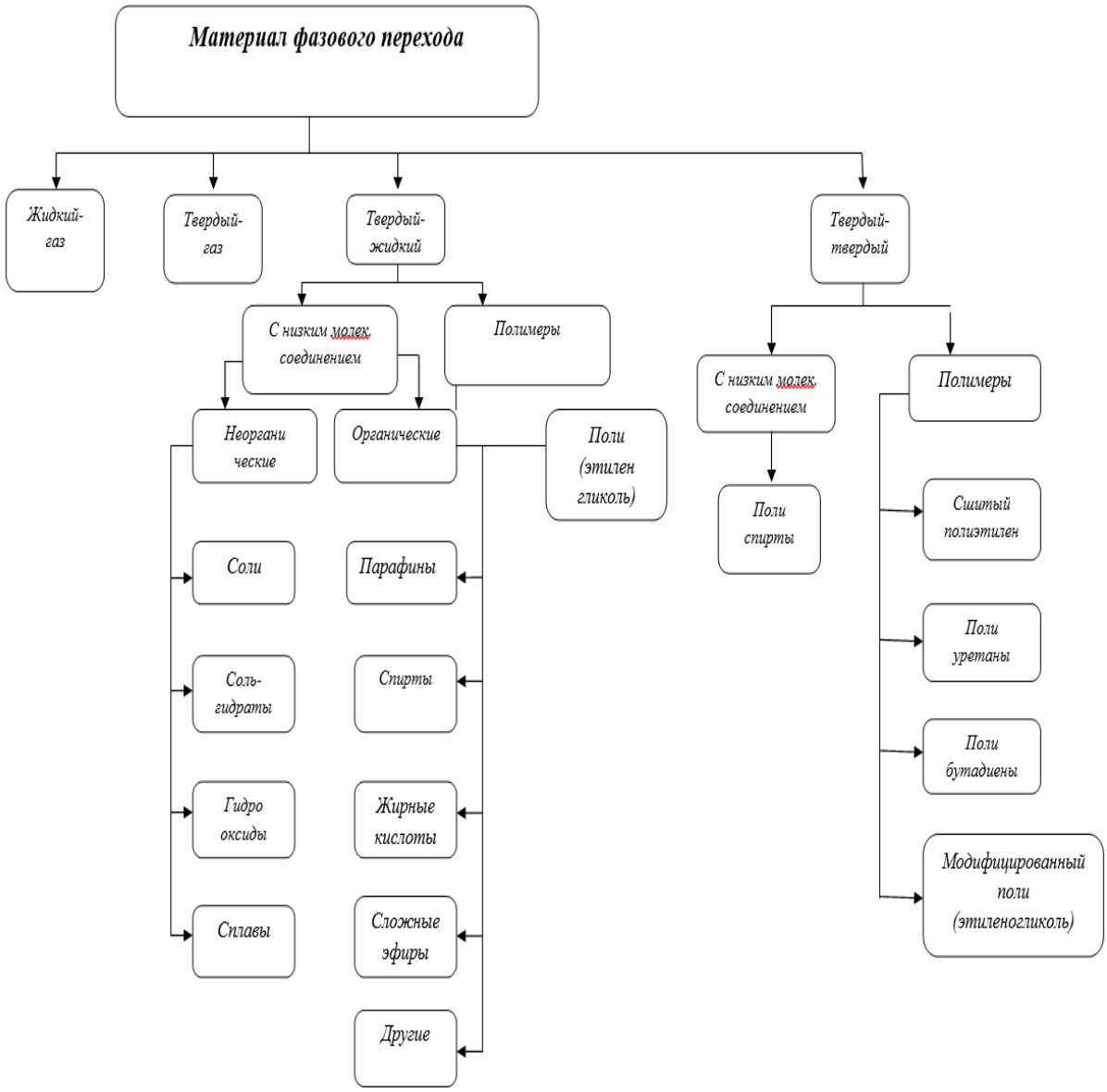


Рис. 1. Классификация материалов фазового перехода.

Кроме того, различные неорганические вещества, эвтектики и смеси для низко и высоко температурных приложении были рассмотрены в качестве потенциальных МФП для аккумулирования тепла приведены в таблице 2-4.

а) Гидраты солей. Гидраты солей, с общей формулой AB·nH2O, являются неорганическими солями, содержащие кристаллизационной воды. Во время фазового превращения происходит обезвоживание соли, образуя либо солевой гидрат, который содержит меньше молекул воды

$$ABn \cdot H_2O \rightarrow AB \cdot mH_2O + (n-m)H_2O$$

или безводную форму соли

$$AB \cdot nH_2O \rightarrow AB + nH_2O$$

Большое количество гидратов солей, которые могут рассматриваться в качестве потенциального МФП, обладают высоким латентным теплом и подходящей температурой плавления, но, к сожалению, являются инконгруентными. Следовательно, количество выпущенной воды будет недостаточным для растворения кристаллической соли, образованной в процессе дегидратации. Это приводит к разности плотностей, разделения фаз, и седиментации в контейнерах вызывая серьезные технические проблемы в практических приложениях. Среди большого семейства гидраты солей, наиболее часто используется недорогой хлорид кальция гексагидрат - $CaCl2{\cdot}6H_2O$. Тем не менее, его значительное переохлаждение и высокая чувствительность к влаге являются серьезными ограничениями для долгосрочного использования его в качестве МФП для латентного теплового аккумулятора.

Таблица 2. **Неорганические соединения с возможного использования в качестве МФП.**

Соединение	**Температура плавления** $(^{\circ}C)$	**Латентная энергия** $(Дж/г)$
$AlCl_3$	192	280
$LiNO_3$	250	370
$NaNO_3$	307	172
KNO_3	333	266
Na_2O_2	360	314
KOH	380	150
$KClO_4$	527	1253
LiH	699	2678
$MgCl_2$	714	452
$NaCl$	800	492
$NaCO_3$	854	276
KF	857	452
LiF	868	932
K_2CO_3	897	235
NaF	993	750
MgF_2	1271	936

б) Металлические сплавы используются в качестве высокотемпературных МФП, так как они обеспечивают высокую тепловую надежность и стабильность. По сравнению с другими материалами, для хранения тепловой энергии эвтектические алюминиевые сплавы в основном исследовались для использования в качестве МФП с высокой температуры для латентных тепловых аккумуляторов из-за подходящей температуры фазового перехода, высокой плотности латентного тепла и хорошей термической стабильности. Известные сплавы: Al–Si, Al–Si–Mg, Al–Si–Cu и Al–Mg–Zn.

Таблица 3. **Гидраты солей для латентного теплового аккулятора в качестве МФП.**

Соединение	Температура плавления (^0C)	Теплота плавления ($Дж/г$)	коэффициент теплопроводности (Вт / мК)		плотность (твердый) ($10^3 кг/м^3$)
			жидкий	твердый	
$LiClO_3 \cdot 3H_2O$	8	253			
$KF \cdot 4H_2O$	18.5-19	231			1.45
$Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	25.3	125.9			
$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	28.0-30.0	190-200	0.540	1.088	1.80
$LiNO_3 \cdot 3H_2O$	30	256			
$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	34	256			
$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	33	247			
$NaCH_3COO \cdot 3H_2O$	55.6-56.5	237-243			
$CaBr_2 \cdot 6H_2O$	34	115.5			2.19
$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$	35-45	279.6	0.476	0.514	1.52
$Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	36	146.9		0.464	
$Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	45.5				
$Zn(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$	54				
$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	48-55	201			1.75
$Na(CH_3COO) \cdot 3H_2O$	58	226			1.45
$Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	59.5				

Органические МФП образованы в широком диапазоне материалов, включая парафины, жирные кислоты и их эвтектических смесей, сложных эфиров и других органических соединений.

Парафины, насыщенные углеводороды с формулой C_nH_{2n+2}, обладают высокими емкостями хранения латентного тепла в узком диапазоне температур и считаются нетоксичными и экологически безвредны. У парафиновых воск умеренная плотность хранения тепловой энергии и низкая теплопроводность, поэтому, во время зарядки или разрядки латентных тепловых аккуляторов, понадобится большая поверхность для теплообмена. Они являются экономически выгодными, циклическое изменение фазы из твердого на жидкое и обратно не вызывает разделения фаз.

Таблица 4. **Эвтектические и не эвтектические смеси как МФП.**

Соединение	Температура плавления ($^\circ C$)	Латентная энергия ($Дж/г$)
$45\%CaCl_2 * 6H_2O + 55\%CaBr_2 * 6H_2O$	14.7	140
$66.6\%CaCl_2 * 6H_2O + 33.3\%MgCl_2 * 6H_2O$	25	127
$50\%CaCl_2 + 50\%MgCl_2 * 6H_2O$	25	95
$48\%CaCl_2 + 4.3\%NaCl + 0.4\%KCl + 47.3\%H_2O$	27	188
$47\%Ca(NO_3)_2 * 4H_2O + 53\%Mg(NO_3)_2 * 6H_2O$	30	136
$40\%CH_3COONa * 3H_2O + 60\%NH_2CONH_2$	30	200.5
$50\%Na_2SO_4 * 10H_2O + 50\%NaCl$	18	
$61.5\%Mg(NO_3)_2 * 6H_2O + 38.5\%NH_4NO_3$	52	125
$58.7\%Mg(NO_3)_2 * 6H_2O + 41.3\%MgCl_2 * 6H_2O$	59	132
$53\%Mg(NO_3)_2 * 6H_2O + 47\%Al(NO_3)_2 * 9H_2O$	61	148
$59\%Mg(NO_3)_2 * 6H_2O + 41\%MgBr_2 * 6H_2O$	66	168
$14\%LiNO_3 + 86\%Mg(NO_3)_2 * 6H_2O$	**72**	**180**

В зависимости от количества атомов углерода в молекуле тепмература плавления парафина меняется от 5.8 ^{0}C до 65 ^{0}C, то есть, чем больше средняя длина углеводородной цепи, тем выше температура плавления и латентное тепло параффина. Исследования ученых показывают, что даже после 1000-2000 циклов коммерческие парафиновые воски и другие чистые парафины все еще имеют стабильные свойства и хорошую термическую надежность. Парафиновые воски являются безопасными, нереагирующие и совместимы с металлическими контейнерами, поскольку они не способствуют коррозии.

Таблица 5. **Свойство парафиновых восков.**

Парафин	Количество атомов углерода в молекуле	Т.емпература плавление (°C)	Латентное тепло (Дж/г)	Плотность (г/см^3)
Тетрадекан	14	5.8-6.0	227-229	0.771
Пентадекан	15	9.9-10.0	206	0.768
Хецадекан	16	18.0-20.0	216-236	0.773
Хептадекан	17	22-22.6	164-214	0.778
Октадекан	18	28.0-28.4	200-244	0.776
Нонадекан	19	32.0	222	0.785
Ейкозан	20	36.6	247	0.788
Хенейкозан	21	40.2	213	0.791
Докозан	22	44.0	249	0.794
Трикозан	23	47.5	234	0.796
Тетракозан	24	50.6	255	0.799
Пентакозан	25	53.5	238	0.801
Хецакозан	26	56.3	256	0.803
Хептакозан	27	58.8	235	0.779
Октакозан	28	41.2	254	0.806
Нонакозан	29	63.4	239	0.808
Триаконтан	30	65.4	252	0.775

Для выяснения наиболее подходящего типы парафина в качестве МФП для латентного теплового аккумулятора, одного из главных частей гибридного хранения тепловой энергии, сравним как быстро фаза парафина меняется из твердого в жидкое, принимая во внимание термодинамические и тепловые свойства парафина. Для этого рассмотрим плавление бесконечной пластины парафина. Теплопередача в твердой и в жидкой фазе является кондуктивной, но мы будем рассматривать только жидкую фазу, то есть, однофазную задачу и это обеспечит достаточную информацию для выбора подходящего вида парафина для нашего латентного теплового аккумулятора. Таким образом, рассмотрим однофазную задачу Стефана, описывающая изменение фазового состояния вещества:

$$T_t = \alpha_{ж} T_{xx}, \qquad 0 < x < X(t), t > 0 \tag{1}$$

где T - температура, $\alpha_{ж}$ - коэффициент температуропроводности, $X(t)$ - межфазная граница. Температура на границе:

$$T(X(t),t) = T_n, t \geq 0 \tag{2}$$

где T_n - температура плавления. Скорость перемещения границы раздела фаз:

$$\rho L X'(t) = -k_{ж} T_x (X(t)^-, t) \tag{3}$$

где $k_{ж}$ - коэффициент теплопроводности жидкой фазы. Материал изначально полностью твердое, то есть, $X(0) = 0$. Граничное условие на x=0:

$$T(0,t) = T_L > T_m, t > 0 \tag{4}$$

Аналитическое решение однофазной задачи Стефана для распределения температуры:

$$T(x,t) = T_L - \Delta T_L \frac{erf(\frac{x}{2\sqrt{\alpha_{ж} t}})}{erf(\lambda)} \tag{5}$$

где $\Delta T_л = T_л - T_п$, а $T_л$ - постоянная температура на левой границе. Переменная λ находится с помощью трансцендентной формулы:

$$\lambda e^{\lambda^2} erf(\lambda) = \frac{St_л}{\sqrt{\pi}} \tag{6}$$

где $St_л$ - число Стефана, то есть:

$$St_л = \frac{c_л \Delta T_л}{L} \tag{7}$$

Изменение координаты межфазной границы со временем для разных типов парафина было получено и показано на рисунке 2.

Емкость аккумулирования тепловой энергии ЛТА с МФП вычисляется с помощью формулы

$$Q = \int_{T_н}^{T_п} mc_p dT + ma_п \Delta H_п + \int_{T_п}^{T_к} mc_p dT \tag{8}$$

где Q - количество накопленного тепла (Дж); $T_н$ - начальная температура (^{0} С); $T_п$ - температура плавления материала (^{0} С); m - масса материала фазового перехода (кг); c_p - удельная теплоемкость; $a_п$ - фракция плавленого материала; $\Delta H_п$ - латентное тепло (Дж/кг); $T_к$ - конечная температура (^{0} С).

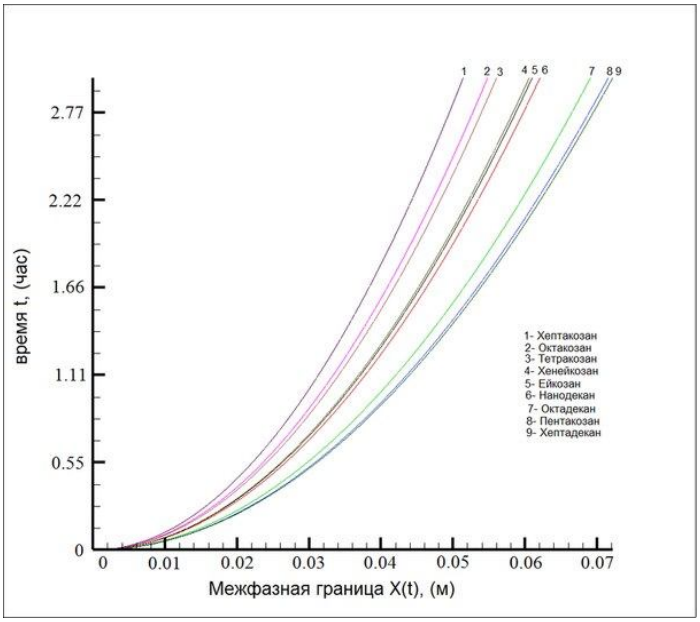


Рис. 2. Изменение координаты межфазного интерфейса разных видов парафина как функция времени.

Проведенный анализ показывает, что наиболее подходящим материалом фазового перехода для латентного теплового аккумулятора являются парафиновые воски, в частности, октадекан, пентакозан и хаптадека, так они удовлетворяют всем требованиям и обеспечивают безопасность и экологичность установки (Рисунок 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Fernandes D, Pitié F, Cáceres G, Baeyens J. Thermal energy storage: how previous findings determine current research priorities. Energy 2012;39:246–57.

2. Sharma A, Tyagi VV, Chen CR, Buddhi D. Review on thermal energy storage with phase change materials and applications. Renew Sust Energy Rev 2009;13:318–45.

3. Zhang Y, Zhou G, Lin K, Zhang Q, Di H. Application of latent heat thermal energy storage in buildings: state-of-the-art and outlook. Build Environ 2007;42:2197–209.

4. Lane GA. Solar heat storage: latent heat materials. Technology, vol. 2. Boca Raton, USA: CRC Press; 1985.

5. Рубцов Н. А., Саввинова Н. А., Слепцов С. Д. Однофазная задача Стефана для полупрозрачной среды с учетом отражения излучения // Теплофизика и аэромеханика. 2003. Т. 10, № 2. С. 255–264.

REFERENCES

1. Fernandes D, Pitié F, Cáceres G, Baeyens J. Thermal energy storage: how previous findings determine current research priorities. Energy 2012;39:246–57.

2. Sharma A, Tyagi VV, Chen CR, Buddhi D. Review on thermal energy storage with phase change materials and applications. Renew Sust Energy Rev 2009;13:318–45.

3. Zhang Y, Zhou G, Lin K, Zhang Q, Di H. Application of latent heat thermal energy storage in buildings: state-of-the-art and outlook. Build Environ 2007;42:2197–209.

4. Lane GA. Solar heat storage: latent heat materials. Technology, vol. 2. Boca Raton, USA: CRC Press; 1985.

5. Рубцов Н. А., Саввинова Н. А., Слепцов С. Д. Однофазная задача Стефана для полупрозрачной среды с учетом отражения излучения // Теплофизика и аэромеханика. 2003. Т. 10, № 2. С. 255–264.

Ахметов Б., Тунгатарова М.С., Джомартов А.А.

Латентті жылу сақтағыш үшін фазасы алмасатын материалды таңдау.

Түйіндеме. Баламалы жылу көздерінен алынатын жылу энергиясын тиімді сақтауға арналған фазасы алмасатын материалдарға шолу жасалды. Әртүрлі типтегі парафиннің қатты және сұйық фазасының арсындағы шекара координатасының өзгеру жылдамдығына, математикалық модельге, яғни бірфазалы Стефан есебіне сүйене отырып салыстырмалы анализ жасалды. Нәтижесінде күн жылу энергиясын сақтайтын гибридті жылу сақтағыштың бөлігі болып табылатын, латентті жылу аккумуляторына арналған фазасы алмасатын материал таңдалынды.

Латентті жылу аккумуляторы және ұңғыма тәрізді тік жер асты жылусақтағышы бар жылу аккумуляторынан тұратын гибридті жылу сақтағышты зертханалық тұрғыдан қолдану үшін фазасы алмасатын әртүрлі материалдардың химиялық, кинетикалық, физикалық, және термодинамикалық қасиеттеріне анализ жасалынды.

Түйін сөздер: Баламалы энергия көздері, күн энергиясы, фазасы алмасатын материалдар, латентті жылу сақтағыш, жылусақтағыштар, гибридті жылу сақтағыш.

Akhmetov B., Tungatarova M.S., Dzhomartov A.A.

The choice of phase change materials for latent heat storage

Summary. Phase transition materials for efficient storage of heat energy from alternative energy sources have been reviewed and studied. For different types of paraffin waxes, a comparative analysis of rate of change of position of the interface between the solid and the liquid phase on the basis of a mathematical model has been done, that is, one-phase Stefan problem was applied. As a result, materials of the phase transition (MFP) for latent heat storage, heat accumulator of the hybrid solar thermal energy, are selected, which are considered as potential PSMs for storing of solar thermal energy.

An analysis of the thermodynamic, physical, chemical and kinetic properties of different phase change materials is conducted, the phase change materials for the experimental sample of hybrid thermal energy storage consisting of a latent heat accumulator and borehole thermal energy storage.

Key words: alternative energy sources, solar energy, phase transition material, latent heat storage, heat storage, hybrid thermal energy storge.

УДК 656.078.8:385

Ж.Ж. Альтаева, Н. Байдар
(КазАТК им. М.Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан)

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПАНИЙ

Аннотация. Рассмотрены вопросы современного состояния функционирования транспортных компаний в Республике Казахстан, а также направление экономического развития транспорта и коммуникаций нашей страны

Ключевые слова: -дифференцирование перевозок- разделение грузов по группам, категориям, видам ;
- АО НК КТЖ-Акционерное общество Национальная компания Казахстан Темир Жолы

Стабильная работа транспорта Казахстана, в котором важнейшее положение занимает железнодорожный транспорт, является неотъемлемым условием функционирования экономики страны.

В процессе рыночных преобразований экономика страны получила возможность плавной интеграции в мировую структуру. Это вносит существенные изменения в работу транспорта, который по уровню развития должен опережать другие отрасли экономики. Обеспечивая его устойчивое функционирование, транспортная инфраструктура должна иметь достаточный резерв технических и технологических средств для освоения растущих объемов перевозок, не снижая при этом качества транспортного обслуживания.

Разделение труда на транспорте как результат острой конкурентной борьбы между его различными видами, приводит к возникновению достаточно устойчивых систем транспортировки грузов, зависящих от характера условий и дальности их перевозки, объемов поставок и других факторов. По мере уплотнения грузопотоков и ужесточения требований к качеству перевозок возникают условия, при которых эти потоки выходят за границы устоявшихся транспортных схем. Чаще всего причиной такой перегрузки является ограничение пропускной способности.

Подобное изменение ситуации на рынке транспортных услуг вынуждает различные виды транспорта переходить от прямой жесткой конкуренции между собой к более глубокому взаимовыгодному сотрудничеству в рамках контейнерных перевозок. Такие перевозки имеют в настоящее время первостепенную важность для транспортного комплекса Республики Казахстан.

Разнообразие условий функционирования компаний-операторов определяет их классификационные признаки, которые приведены на рисунке 1.1.

Каждый классификационный блок содержит в себе следующие признаки:

а) по характеру перевозки:

– общесетевой характер перевозок;

– технологические перевозки от производителя сырья к переработчику или от производителя готовой продукции к потребителю.

б) по виду сообщения:

– перевозки по сетиАО «НК «КТЖ» с выходом на зарубежные железные дороги;

– региональные перевозки в пределах дороги;

– перевозки грузов одного грузообразующего предприятия;

– перевозки грузов нескольких предприятий;

в)по форме собственности:

– компания является самостоятельным юридическим лицом и не входит в состав грузообразующего предприятия;

– компания принадлежит грузообразующему предприятию,

г)по доходности:

– доходы формируются от тарифа;

– доходы формируются от цены реализации конечной продукции,

д)по роду груза и виду подвижного состава:

– один вид подвижного состава, один род груза;

– один вид подвижного состава, различные рода груза;

–различные виды подвижного состава, один род груза;

–различные виды подвижного состава, различные рода грузов.

Анализ условий работы компаний-операторов показывает, одна часть перевозит только один груз, а другая - перевозит несколько грузов.

К перечисленным выше критериям можно добавить следующие:

е) по месту проведения различных видов ремонта подвижного состава:

– на собственных депо (цехах) и заводах;

–на заводах, депо (цехах) АО «НК «КТЖ».

ж) по организации процесса перевозки грузов:

– компания-оператор является перевозчиком, т.е. осуществляет непосредственную доставку груза в пункт назначения и выдает его грузополучателю;

–компания-оператор не является перевозчиком.

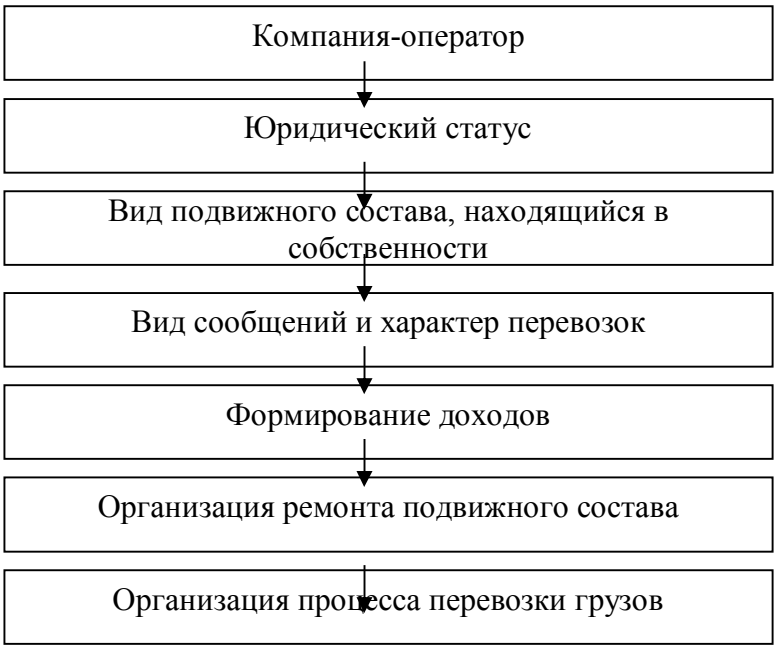


Рис. 1.1. Классификационные признаки компаний - операторов

Компании-операторы принадлежат к фирмам, функционирование и структура которых в значительной степени зависят от внешней среды. Для рассматриваемых компаний внешней средой являются грузообразующие предприятия (если компания не принадлежит этому предприятию) и инфраструктуры железнодорожного транспорта. Зависимость формирования компаний-операторов от изменений во внешней среде можно представить зависимостью, изображенной на рисунке 1.1.

В современной практике работы транспортных компаний широкое распространение находит маркетинг, организованный по бизнес-планам.

Бизнес-планы входят в перечень основных материалов, представляемых в постоянно действующую комиссию АО «НК «КТЖ» по взаимодействию с компаниями-операторами.

Он представляет собой программу, в которой формулируются цели предприятия, дается их обоснование, определяются пути достижения, необходимые для реализации средства и конечные финансовые показатели.

Его разработка необходима для решения следующих задач:

–четкой формулировки целей компании, определения сроков и объемов перевозок конкретных грузов по конкретным маршрутам;

–разработки взаимоувязанных производственных, маркетинговых и организационных программ, обеспечивающих достижение поставленных целей;

–определение необходимых объемов финансирования и поиска его источников;

–выявления проблем, с которыми придется столкнуться в ходе реализации проекта;

–организации системы контроля за ходом осуществления проекта;

–подготовки развернутого обоснования, необходимого для привлечения инвесторов к финансированию проекта.

На рисунке 1.2 представлено распределение компаний по срокам окупаемости инвестиций. Из представленных данных видно, что значительный удельный вес (33,3%)приходится на компании, срок окупаемости инвестиции у которых составляет 5 - 6 лет. У 40% компаний этот срок превышает 6 лет.

Расчетные показатели эффективности, представленные в бизнес-планах свидетельствуют об экономической эффективности инвестиционных проектов и возможности их реализации при существующих экономических условиях.

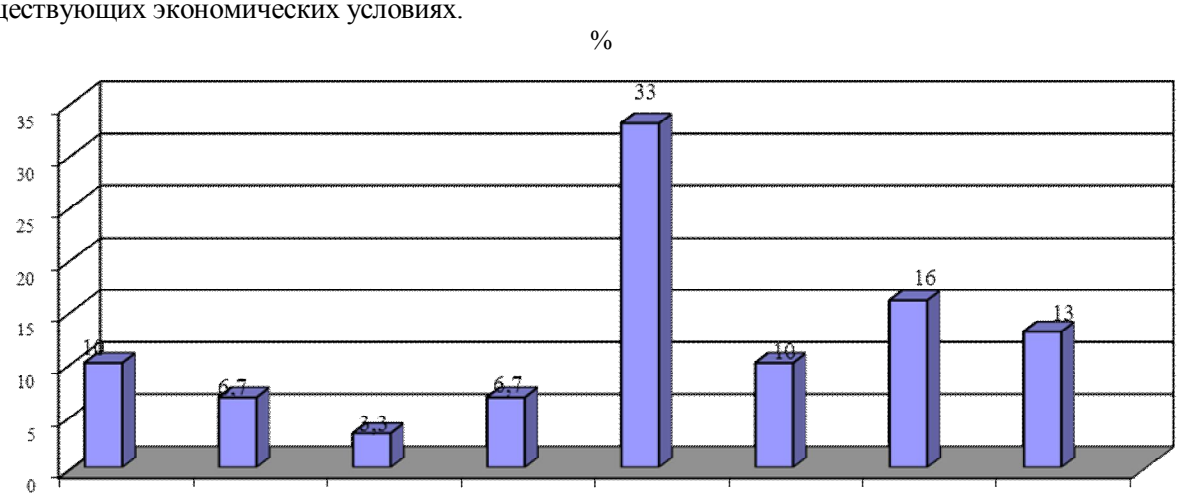


Рис. 1.2. Характеристика срока окупаемости инвестиций компаний направляемых на приобретение собственного парка вагонов

Чтобы добиться коммерческого успеха компаниям необходимо реализовать стратегии, ориентированные на удовлетворение запросов клиентуры:

–дифференцирования перевозок;

–ввод в обращение постоянных грузовых поездов с выделением соответствующих ниток графика;

–организация перевозок «от двери до двери» с расширением доли рынка интермодальных перевозок;

–развитие отправительской маршрутизации перевозок массовых грузов;

–компьютерный контролинг, с прогнозированием поездного положения на направлении, слежением за продвижением грузов и предоставлением соответствующей информации клиентам.

Выделенные основные направления совершенствования перевозочного процесса напрямую влияют на качество транспортной продукции. Так, обеспечение перевозок грузов различными видами поездов по-разному влияет на качество перевозок, нормативы и технологию перевозочного процесса. Поэтому актуальным вопросом является ввод в обращение поездов повышенного качества, в т. ч.:

–поезда регулярного обращения при перевозке грузовой или большой скоростью;

–технологические маршруты;

–отправительские маршруты с разными нормативами среднесуточного пробега;

–грузовые экспрессы и специальные поезда.

Перевозимые железнодорожным транспортом товары представляют собой широкую номенклатуру грузов с особыми требованиями к условиям транспортировки. Поэтому конструкция вагонов, максимально приспособленная к перевозке конкретных грузов, обеспечивает необходимую их сохранность.

Реализация экономического потенциала грузовыхжелезнодорожных перевозок в современных условиях за рубежом в значительной степени опирается на частный сектор. В настоящее время железнодорожные перевозки 9крупных западноевропейских стран вподвижномсоставе частных предприятий составили 40% от их общей погрузки и 45%от грузооборота.

Все большее распространение получает практика приобретения крупными банками собственного подвижного состава для сдачи его в аренду частным компаниям. По роду подвижного состава это в основном специализированные вагоны. В США также сохраняется устойчивый рост числа грузовых вагонов, принадлежащих различным нежелезнодорожным компаниям. Этот процесс, начавшийся еще в 1970-е годы, отражает определенные экономические преимущества использования грузоотправителями собственного подвижного состава. Уже в 80-х годах свыше 100 нежелезнодорожных компаний США являлись владельцами вагонных парков, каждый из которых насчитывает более 500 единиц, а доля их суммарного парка составляла свыше 40% от общего парка вагонов страны. Разнообразие условий работы компаний – операторов определяют 6 основных классификационных признаков. Реализация потенциала грузовых перевозок за рубежом в значительной степени опирается на частный сектор.

Для проведения всестороннего анализа организации перевозок в условиях неопределенности, обеспечения разработки стратегий эффективного и устойчивого функционирования на транспортном рынке компаниям необходимо широкое использование научно обоснованных, рыночно ориентированных методов планирования и управления.

ЛИТЕРАТУРЫ

1 Назарбаев Н.А. Стратегия ресурсосбережения и переход к рынку. -М.: Машиностроение, 1992. – 331с.

2 О Транспортной стратегии Республики Казахстан до 2015 года, утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 11 апреля 2006 года № 86.

3 Транспорт и связь Республики Казахстан 2002-2006. Статистический сборник // Под ред. Э. Кунаева. – Астана: Агентство РК по статистике, 2007.- 96 с.

Альтаева Ж.Ж., Байдар Н.Д.

Көлік компанияларының қызмет етуінің қазіргі күйін талдау.

Түйіндеме. Бұл мақалада Қазақстан Республикасында көлік компаниялардың заманауи жағдай сұрақтары қарастырылған. Еліміздің көлік жане коммуникациялар бағытының экономикалық тұрғыда даму мәселелері талқыланған

Түйін сөздер: Тасымалдауды категория түрлері бойынша бөлу, технологиялық тасымалдаулар, Акционерлік қоғамы ұлттық компаниясы Қазақстан Темір Жолы

Альтаева Ж.Ж., Baidar N.D

Analysis of current state of the transport ENTERPRISES

Annotation:This article discusses the current state of functioning of transport companies of the Republic of Kazakhstan. Considered direction of economic development of transport and communications of our country

Key words: -derivation transportion- cargo division into groups, categories, types; - JSC NC KTZ-joint-stock company National Company Kazakhstan Temir Zholy

УДК 656.2.022 (470)

Ж.З. Мадыбекова
(Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЭТАПНОГО РАЗВИТИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ – МОСКВА

Аннотация. Изложена история и развития высокоскоростного движения в России. Организация высокоскоростного движения и результаты поэтапного развития высокоскоростного движения по направлению Санкт-Петербург-Москва.

Ключевые слова: Экспресс Красная стрела, Plasser&Theurer, габион, георешетка, геотекстиль.

Экспресс Красная стрела - старейший фирменный поезд на железных дорогах России. Впервые он отправился в путь еще в 1931 году. Для нового поезда были отобраны самые лучшие вагоны, интерьер которых не уступал лучшим зарубежным поездам, лучшие паровозы и самые профессиональные машинисты. Ежедневный график движения «Красной стрелы» прервался

с началом Великой Отечественной войны, но сразу же после снятия блокады Ленинграда в 1944 году поезд снова вышел в рейс.

Plasser&Theurer- Плассерунд Тойрер австрийская компания, специализирующаяся на производстве машин, оборудования и инструментов для строительства, текущего содержания и ремонта железнодорожных путей и контактной сети.

Габион - объёмные изделия различной формы из проволочной кручёной сшестиугольными ячейками сетки по ГОСТ Р 51285-99, предназначенные для формирования габионных конструкций.

Георешетка - один из видов геосинтетиков, который представляет собой двухмерную или трёхмерную сотовую структуру, изготовленную из полос полиэфирного иглопробивного полотна или полиэтиленовых и полипропиленовых лент, скреплённых между собой сварными швами высокой прочности. При растяжении в рабочей плоскости образует устойчивый горизонтально и вертикально каркас, предназначенный для армирования заполняющих ячейки георешётки грунтов, грунтощебня, щебня, песка и других строительных материалов.

Геотекстиль- один из видов геосинтетиков, геоткань (тканое полотно), а также нетканое полотно, изготавливаемые иглопробивным, термоскрепленным (каландрирование) или гидроскреплённым способами из полипропиленовых и/или полиэфирных нитей — из одной бесконечной нити (мононить), либо из обрезков 5—10 см (штапель). Смесовые волокна подразумевают включение полушерстяных или хлопчатобумажных нитей.

В России развитие скоростного движения началось с направления Санкт-Петербург – Москва. Железнодорожная линия, протяженностью 644,3 км была открыта в 1851 году. Время в пути составляло 21 ч. 45 мин. При строительстве этой двухпутной линии были применены передовые инженерные решения, заложен большой запас прочности при проектировании земляного полотна и искусственных сооружений, что позволило эксплуатировать эту линию длительное время без серьезных реконструкций.

С 30-х годов XX века начались эксперименты по скоростному движению поездов. На паровозной тяге была реализована скорость 160 км/час, но состояние пути и обустройств, уровень технического развития народного хозяйства не позволили перейти к коммерческому движению поездов с повышенными скоростями. В 1931 году начал курсировать экспресс "Красная стрела". Он покрыл расстояние между Ленинградом и Москвой за 10 часов.

Первый этап развития скоростного движения относится к середине 50-х годов – 1955 - 1957 г.г. В это время создание паровоза П-36 мощностью 2500 л.с. позволило обеспечить скорость движения пассажирских поездов – 150 км/час.

Экспресс «Красная стрела» между Петербургом и Москвой находился в пути 9 час. 30 мин. в 1957 г. на отдельных участках скорость была увеличена до 120 км/час.

Второй этапв 1958 – 1959 г.г. скорость 120 км/час уже стала нормой в связи с использованием двухсекционных тепловозов ТЭ-7 с конструктивной скоростью 140 км/час. В начале 60-х годов появился новый пассажирский тепловоз ТЭП-60.

Третий этап– 1960-1962 г. В летнем графике 1960 г. было организовано движение дневного экспресса, который проходил 650-километровый участок между столицами за 6 ч. 20 мин. По состоянию на 1962 год на значительной части линии был уложен бесстыковой путь из рельсов типа Р65, заменены стрелочные переводы легких типов в главных путях.

Четвертый этап– 1963 г. связан с организацией пассажирского движения на электрической тяге. Завершение электрификации и использование электровозов серии ЧС2 дало возможность в 1965 году ввести в обращение дневной экспресс "Аврора" со временем в пути 4 ч. 59 мин. с максимальной скоростью 160 км/час.

Период с 1965 по 1984 г.г. максимально допустимой скоростью оставалась скорость 160 км/час по перегонам и 140 км/час по станциям.

В 1966 г. была достигнута скорость 200 км/час (электровоз ЧС-2м).

В 1968-74 годах был разработан проект и по нему изготовлен первый советский скоростной электропоезд ЭР200, рассчитанный на максимальную скорость 200 км/час.

Пятый этап- 1 марта 1984 года ЭР200 введен в постоянную эксплуатацию на линии Санкт-Петербург – Москва. В 1987 году время в пути этого поезда между Ленинградом и Москвой составило 4 ч. 38 мин. Его преемником стал скоростной поезд "Невский экспресс", введенный в эксплуатацию в 2001 году. Поезд сформирован из вагонов Тверского вагоностроительного завода и электровоза серии ЧС200.

Шестой этап- Постановлением МПС № 26 от 28.09.94 г. было принято решение «О разработке Программы организации скоростного движения на существующей сети железных дорог» и «О проведении Комплексной реконструкции магистрали Санкт-Петербург - Москва для регулярного обращения поездов со скоростью 200 км/час».

С 1995 по 2001 год для обеспечения движения со скоростью 200 км/час выполнены большие объемы работ по комплексной реконструкции линии Санкт-Петербург – Москва.

В ходе реконструкции впервые на железных дорогах России были применены передовые технологии ремонта пути, внедрены новые конструкции, техника и устройства, широко применяемые в настоящее время на всех железных дорогах (капитальный ремонт пути с глубокой очисткой балласта; автоблокировка с тональными рельсовыми целями; новые лицензионные путевые машины фирм Plusser&Theurer, SpenoInternational). Уложенные ранее, в 80-х годах стрелочные переводы с непрерывной поверхностью катания на деревянном брусе с максимальной скоростью движения 160 км/час были замены на стрелочные переводы проекта 2726/2728 на железобетонных брусьях, что позволило повысить скорости по станциям до 200 км/час.

Устройство спрямления на участке Бурга – Мстинский мост и строительство моста через реку Веребушка позволила значительно повысить скорость движения на данном участке и сократить железнодорожную трассу между Москвой и Санкт-Петербургом на 6км.

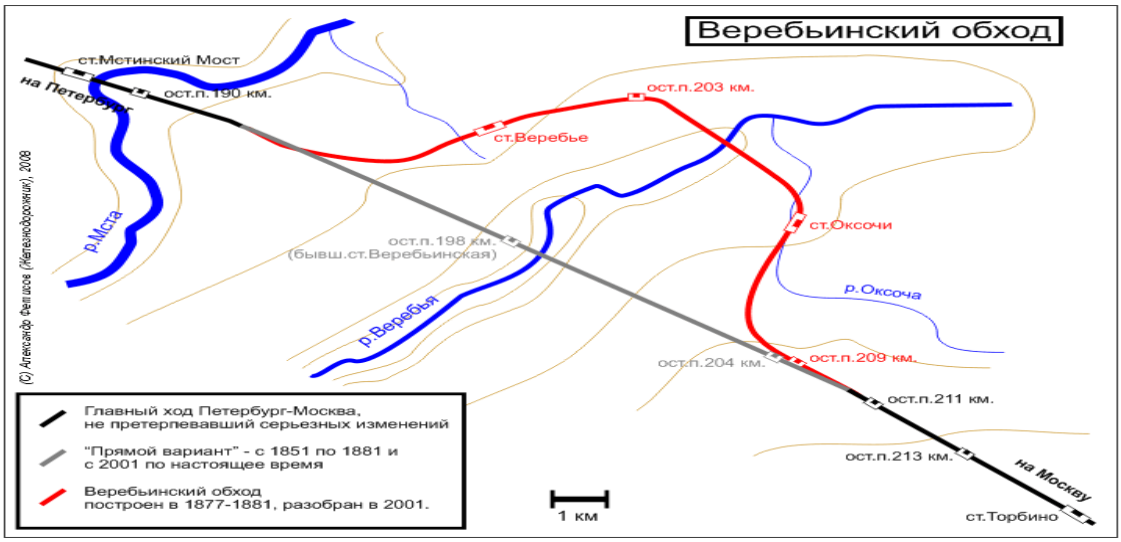


Рис.1. Веребьинский обход

2001 г. - завершение шестого этапа комплексной реконструкции линии Санкт-Петербург - Москва.

21 декабря 2004 года на российско-германской встрече достигнуто соглашение о создании фирмой Siemens высокоскоростного электропоезда для российских железных дорог.

Седьмой этап - С 2007 г. по настоящее время года проводятся работы по реконструкции инфраструктуры линии Москва – Санкт-Петербург с целью сокращения времени следования скоростных пассажирских поездов Siemens до 3 ч. 45 мин.

Это будет достигнуто за счет ликвидации ряда барьерных мест и увеличения протяженности полигона со скоростями движения 200-250 км/час.

План реконструкции предусматривает реконструкцию станций, ремонт и реконструкцию пассажирских платформ, искусственных сооружений, переустройство кривых, реконструкцию и капитальный ремонт пути, выправку пути и стрелочных переводов, устройство подбалластного слоя, замену стрелочных переводов, строительство и ремонт пешеходных путепроводов.

На участке Мстинский Мост – Угловка в 2009 году прошли испытания высокоскоростного электропоезда "Сапсан", рассчитанного на максимальную скорость 300 км/час. 10 вагонный состав на испытаниях развил скорость 274 км/час.

Большая работа проведена по укреплению и усилению проблемных участков земляного полотна. Для лечения таких участков применялись габионные конструкции и прегрузочные бермы.

Рис.2. 200 км линии Санкт-Петербург – Москва

Развитие скоростного движения в стране пошло путем реконструкции существующих линий с сохранением движения обычных пассажирских поездов и грузового движения.

Учитывая сжатые сроки выполнения всего комплекса реконструкции и невозможность длительного закрытия перегонов из-за большого объема движения, работы по ремонту пути ведутся во время выделенных “окон” одновременно на большинстве станций и перегонов параллельно с модернизации энергохозяйства и переустройством систем сигнализации, централизации и блокировки.

В ходе капитального и усиленного среднего ремонта высокоскоростного пути производится очистка балласта от засорителей на глубину не менее 60 см с помощью щебнеочистительных машин RM-80 и СЧ-800 с усилением основной площадки георешеткой и геотекстилемTensar. Для отвода поверхностных вод производится нарезка канав и установка железобетонных лотков.

Путь на участках реконструкции уложены с применением японских и российских рельсов типа Р65 повышенной прямолинейности и с укладкой рельсов импортного производства были уложены термоупрочненные рельсы (Т1) типа Р-65 российского производства. На участке Санкт-Петербург - Москва находилось в пути 498,655 км рельсов типа Р-65 импортного производства, из них японского производства – 468,33 км, канадского - 30,325 км. 800 метровые рельсовые плети свариваются друг с другом - длиной в перегон, с устройством в местах установки устройств СЦБ высокопрочных клееболтовых изолирующих стыков АПАТЭК-МК (510 шт.). Повысить качество сварки и увеличить выработку позволило использование рельсосварочных машин со сварочными головками К-922 и встроенными гидронатяжителями. Сварка стрелочных переводов с примыкающими плетями ведется алюмино-термитным способом. Применение современных технологий позволило довести максимальную длину рельсовых плетей до рекордных - 34,9 км. После обкатки рельсовые плети и стрелочные переводы на участке реконструкции подвергаются финишной шлифовке поездами Speno.

На рисунке 3 приведено распределение объёма уложенных рельсов в диапазонах наработанного тоннажа за данный период.

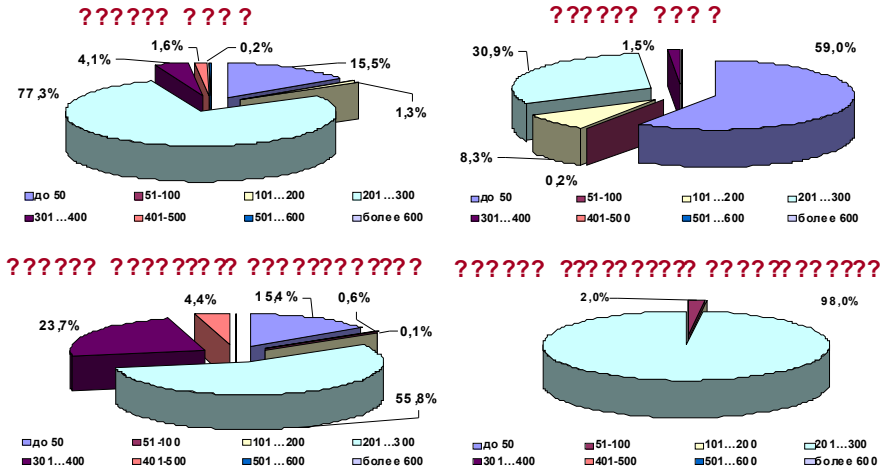


Рис.3. Распределение объема уложенных рельсов по наработанному тоннажу

Из уложенного с 1997 по 2001 и 2008-2010 годы объема больше всего эксплуатируется рельсов с пропущенным тоннажем от 200 до 300 млн.т (за исключением производства НКМК – большая доля из них приходится на интервал пропуска тоннажа до 50 млн. т брутто).

Эксплуатационная стойкость рельсов определяется качественными показателями рельсовой стали, и подтверждается наблюдениями, проведёнными в период эксплуатации.

За весь период эксплуатации, начиная с 1997 года, выход рельсов импортного производства по дефектности составил 433 штуки (в том числе 415 рельсов японского и 18 рельсов канадского производств). В тоже время за аналогичный период выход российских рельсов с теми же годами укладки составил 171 рельс (в том числе 111 рельсов производства НТМК и 60 рельсов производства НКМК).

На участках реконструкции и ремонта укладываются железобетонные шпалы с упругими рельсовыми скреплениями АРС-4. Для обеспечения высокой геометрической точности рельсовой колеи, увеличения долговечности и жесткости пути применяются полимерные подрельсовые прокладки для скрепления АРС. Это техническое решение позволило стабилизировать подуклонку рельсов и ширину рельсовой колеи.

На участках реконструкции выполняются следующие работы по модернизации и ремонту ИССО:

- удлинение водопропускных труб в связи с необходимостью усиления земляного полотна на участках со слабыми грунтами основания;

- ремонт каменных арочных мостов отверстием 6–10 м, используемых для пропуска местных автомобильных дорог. Основными видами работ здесь являются: замена гидроизоляции сводов мостов, выполненных из камня, усиление кладки опор мостов и надарочного строения путем инъектирования специальных растворов, уширение мостов для обеспечения требуемых габаритов, наращивание по высоте и удлинение откосных крыльев связи с изменением очертания земляного полотна;

- замена металлических пролетных строений с ездой на деревянных поперечинах и на железобетонных безбалластных плитах (БМП) на пролетные строения с ездой на балласте, а также пролетных строений, не соответствующих требованиям стандарта по условиям жесткости; усиление кладки опор балочных мостов, выполненных из бутобетона и кирпича, путем инъектирования специальных растворов или устройства дополнительной «рубашки» по контуру поры;

- реконструкция пешеходных мостов.

- ликвидация пересечений железнодорожной линии с автомобильными дорогами местного значения на одном уровне путем строительства путепроводов. Таких пересечений в настоящее время шесть. Вопрос остается не решенным, так как для решения этой задачи требуется устройство «глубоких» обходов, а в отдельных случаях — значительный снос жилых и производственных сооружений.

Контроль состояния пути на участках реконструкции ведется современной дефектоскопной техникой и путеизмерительным вагоном ЦНИИ-4, оборудованным приборами для георадарного обследования балластной призмы и земляного полотна. Остается не решенным вопрос по оборудованию высокоскоростного поезда “Сапсан” приборами для определения комфорта пассажиров и параметров динамического взаимодействия пути и подвижного состава.

Для обеспечения в перспективе более высокой точности содержания пути и обустройств в условиях скоростного движения проведены работы по устройству реперной сети. В дистанциях пути скоростного направления ведется работа по введению паспорта плана линии, в котором на основе проектных данных, результатов проходов вагона путеизмерителя ЦНИИ-4, проверок плавности хода и проводимых расчетов определяются параметры кривых участков пути, их сопряжений с прямыми направлениями, позволяющие обеспечивать установленные скорости при условии обеспечения безопасности движения скоростных поездов и комфортности для пассажиров.

Требуется разработка автоматизированной системы прогнозирования состояния путевого хозяйства и планирования ремонтов на скоростных участках, основанной на данных средств диагностики.

Большое внимание уделяется безопасности пассажиров и защите окружающей среды.

На участках обращения высокоскоростных поездов произведен ремонт и установка дополнительных устройств ограждения на пассажирских платформах.

Одной из сложнейших проблем, связанных с железнодорожным транспортом, является изменение акустических полей в зоне его влияния. С целью снижения шума в пределах населенных пунктов установлено 60 км шумозащитных экранов и защитных ограждений, препятствующих выходу животных на железнодорожные пути.

Для обеспечения выполнения планово-предупредительной выправки, ежегодно не менее 700 км в условиях предоставления «окон» короткой продолжительности, используются выправочно-подбивочные машины «Дуоматик 09-32» и «Stopfexpress 09-3X».

Вывод. Мировой опыт свидетельствует, что повышение скорости движения поездов реализуется поэтапно:под скоростное движение реконструируются существующие железнодорожные магистрали, при этом максимальная скорость движения пассажирских поездов не превышает 160-200 км/ч,создаются высокоскоростные специализированные железнодорожные магистрали - ВСМ, которые предусматривают возможность движения пассажирских поездов со скоростью до 350 км/ч.

Скоростное движение пассажирских поездов в России производится на тех же путях, по которым производится и грузовое движение и пригородное пассажирское движение, в том числе на ряде линий, где грузовое движение весьма интенсивно, со значительным использованием пропускной способности. На таких линиях обычные пассажирские поезда следуют с теми же скоростями, что и грузовые, и лишь скорые могут реализовать наибольшие допускаемые для них скорости.

Перспектива развития высокоскоростное движение пассажирских поездов позволяет сократить затраты времени пассажира на поездку и тем самым повысить качество транспортных услуг. Благодаря этим и другим преимуществам по сравнению с другими видами транспорта скоростные и высокоскоростные сообщения становятся экономичной и экологически чистой составной частью мировой транспортной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Железные дороги мира №3-2010год.
2. Г.М. Шахунянц Железнодорожный путь. Изд. 3-е. - М.: Транспорт, 1987.-479 с.
3. Положение о системе ведения путевого хозяйства ОАО «Российские железные дороги». Утверждено распоряжением ОАО «РЖД» 02.05.2012 г. № 757р.
4. Инструкция по оценке состояния рельсовой колеи путеизмерительными средствами и мерам по обеспечению безопасности движения.
5. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. Утверждены приказом Минтранса России от 21.12.2010 г.

REFERENCES

1. Railways of the world №3-2010 year.
2. G.M. Shakhunyns Railway way. Publ. 3th. - M.: Transport, 1987.-479 with.
3. Position about the system of conduct of the ground economy OJS "The Russian railways". It is ratified by disposing of "RZHD" 02.05.2012 y. № 757 with.
4. Instruction as evaluated by the state of claotype track wayinstrumentation facilities and to the measures on providing of safety of motion.
5. Rules of technical exploitation of railways of Russian Federation. Ratified by the order of Ministry of transport to Russia from 21.12.2010 year

Мадыбекова Ж.З.

Санкт-Петербург-Мэскеу бағыты бойынша жоғары жылдамдықты қозғалыстың кезең-кезеңмен даму нәтижелері.

Түйіндеме. МақаладаРесейдің жоғары жылдамдықтағы қозғалысының дамуы және тарихы сипатталынды. Жоғары жылдамдықты ұйымдастыру және Санкт-Петербург-Мәскеу бағытында жоғары жылдамдықтағы қозғалыстың кезең-кезеңмен дамуы қорытындыланды.

Түйінді сөздер: ЭкспрессКрасная стрела, Plasser&Theurer, габион, георешетка, геотекстиль

Madybekova Zhannat Zatybekkyzy

The results of the phase of high-speed movement in the direction of Saint Petersburg - Moscow.

Summary. This article describes the history and development of high-speed movement in Russia. Organization of high-speed traffic and results of phased development of high-speed movement in the direction of Saint Petersburg and Moscow.

Key words: An express is the Red arrow, Plasser&Theurer, gabion, geograte, geotext

УДК 004.7

А. Г. Ельцов
(Международный университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан, k-u-t-u-z@mail.ru)

ПОСТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. Рассматривается вопрос модернизации существующей технологии построения электрических сетей путем добавления дополнительных элементов, позволяющих значительно поднять уровень мониторинга состояния узлов, а также иметь возможность удаленного контроля над теми или иными элементами сети. Одним из преимуществ использования информационных технологий в данной сфере является автоматизация процесса контроля допустимой нагрузки и возможность заблаговременного отключения элементов цепи в целях обеспечения безопасности и предотвращения более серьёзных неполадок, которые могут быть вызваны перегрузками сетей. Так же данная технология предусматривает возможность оповещения ответственных за тот или иной элемент индивидов, что в свою очередь является эффективным способом ускорить решение потенциальной либо реально сложившейся проблемы.

Ключевые слова: электрическая сеть, информационные технологии, сетевые технологии, автоматизация электрических сетей, мониторинг состояния электрических сетей, удаленное управление узлами электрической сети.

В настоящий момент все большее количество устройств имеют доступ к глобальной сети интернет. Сетевые технологии развиваются со значительной скоростью и дают нам все больше возможностей для работы, учебы и любых других процессов, связанных с обменом, обработкой и хранением информации. В связи с тенденциями к столь стремительному развитию сетевых технологий и каждодневному подключению все большего количества различных устройств мы можем видеть, как постепенно работа в сети переходит к новому этапу. Этот этап развития можно обозначить как «Internet of things», что дословно переводится как «интернет вещей».

Интернет вещей (англ. Internet of Things, IoT) — концепция вычислительной сети физических объектов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключающее из части действий и операций необходимость участия человека.

Концепция сформулирована в 1999 году как осмысление перспектив широкого применения средств радиочастотной идентификации для взаимодействия физических объектов между собой и с внешним окружением. Наполнение концепции «интернета вещей» многообразным технологическим содержанием и внедрение практических решений для её реализации начиная с 2010-х годов считается восходящим трендом в информационных технологиях, прежде всего, благодаря повсеместному распространению беспроводных сетей, появлению облачных вычислений, развитию технологий межмашинного взаимодействия, началу активного перехода на IPv6 и освоению программно-конфигурируемых сетей.

Американская транснациональная компания «CISCO», разрабатывающая и продающая сетевое оборудование так же активно занимается исследованиями в данной сфере. Согласно сведениям из специального обучающего курса, разработанного компанией, интернет в очень короткое время резко изменил наши привычные способы взаимодействия с окружающим миром, но тем не менее, мы едва начинаем осознавать его возможности. Использование существующих и новых технологий позволяет нам объединять физический мир с цифровым и постепенно, охватывая как можно больше устройств наши возможности будут расширятся.

Основная идея концепции заключается в использовании все большего количества различных устройств, оснащенных датчиками, камерами, измерительными и другими приборами, позволяющими оценивать окружающую обстановку, а также взаимодействовать как с конечными пользователями, так и между собой, решая все большее число задач, при этом минимизируя вмешательство человека.

Примером использования технологии IoT может послужить «умная» парковка в городе Барселона. Автовладельцы могут воспользоваться специальным приложением на мобильном телефоне которое, получив информацию, собранную датчиками на парковке, может точно определить местоположение свободной ячейки.

Проведя более подробный анализ данной сферы, можно сделать заключение о том, что технологии IoT действительно могут быть полезны на практике как в области навигации, так и во многих других видах деятельности человека.

Энергообеспечение промышленных и бытовых объектов является одним из важнейший факторов для потребителей, однако осуществлять регулярный контроль состояния линий, как и потенциальных перегрузок достаточно непростое дело. В связи с этим появляется идея автоматизации данной сферы путем установки на ключевые элементы цепи специальных устройств контроля, имеющих доступ к сети интернет, а, следовательно, возможность комуницировать как с конечными пользователями системы, так и между собой.

Основная задача таких устройств – контроль параметров электросети таких как сила тока, напряжение и температура провода на месте коммуникационного узла. Все устройства должны иметь доступ к сети интернет, что позволяет создавать древовидную структуру и иметь возможность отслеживать всю цепочку, а также в случае приближения потенциально опасной перегрузки наименее актуальные ветви могут быть автоматически отключены, после чего администратор узла получит сообщение о критической ситуации.

Описываемая в данной статье система имеет две основных составляющих – непосредственно сами устройства, устанавливающиеся на узлах электрической сети и серверная сторона, позволяющая осуществлять глобальный контроль над ними.

Ниже приведена схема одного из возможных вариантов устройства системы (рис. 1):

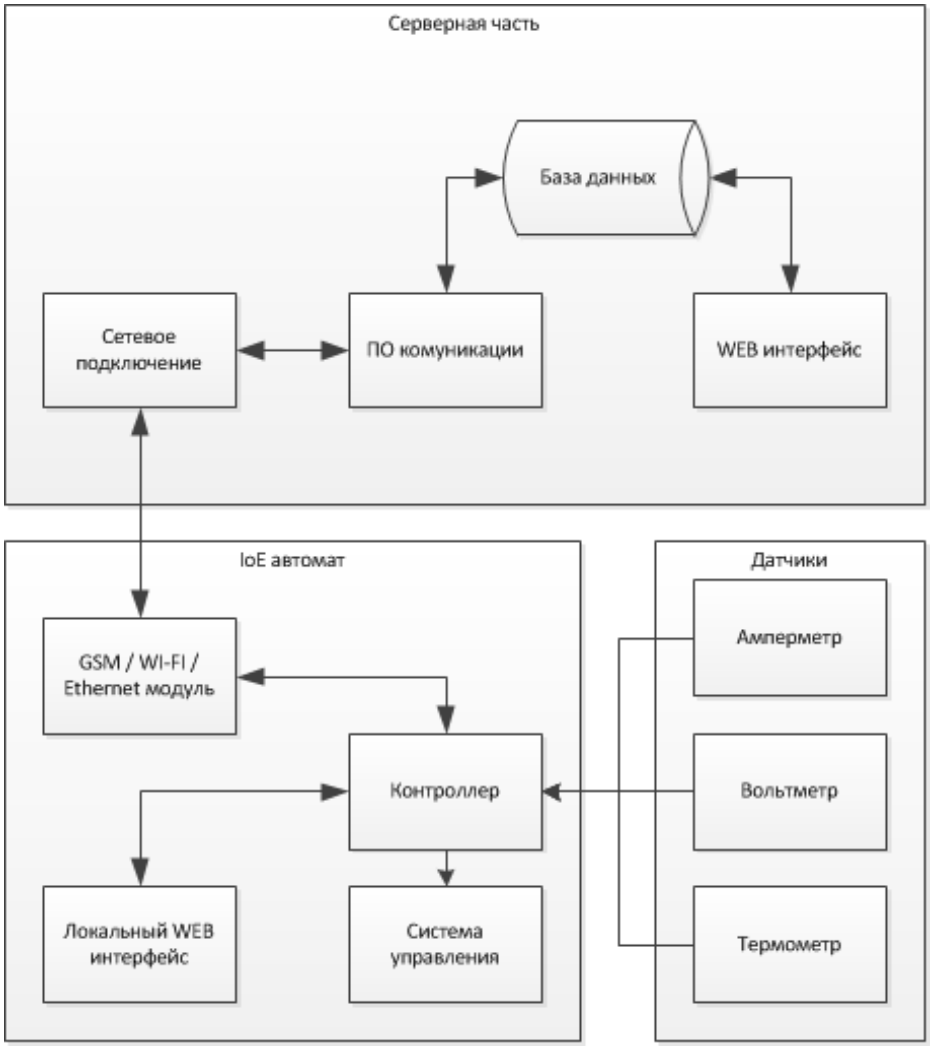


Рис.1. Схема устройства системы мониторинга и контроля элементов электросетей

Конечные устройства, устанавливаемые на узлах состоят из следующего набора компонентов:

- цифровой амперметр

- цифровой вольтметр
- электронный термометр
- система включения / выключения (может использоваться специальное реле, либо моторчик для управления отдельным автоматом)
- микроконтроллер с достаточным количеством памяти и возможностью подключения к сети (встроенная либо отдельная плата, обладающая разъемом под RJ45 и WI-FI адаптером, либо GSM модуль, так же возможно использовать совокупность перечисленных ранее средств по требованию пользователя)

Каждое устройство имеет свой уникальный идентификационный номер и пароль, позволяющий пользователю системы произвести его активацию на стороне сервера, пройдя простую регистрацию, и получить удаленный доступ ко всем своим устройствам.

Работа по настройке и дальнейшему контролю устройств ведётся по средствам специально разработанного веб интерфейса. Настройка конечного устройства происходит подобно настройке маршрутизаторов либо другого сетевого оборудования, имеющего графический интерфейс для работы с ним.

В связи с существованием древовидной структуры электрических сетей, у каждого устройства могут быть зарегистрированы несколько подустройств, являющихся такими же устройствами, расположенными дальше от корня дерева. Процесс их регистрации можно осуществить прописав в настройках точки параметры низлежащих устройств, тем самым обозначив их как ветки существующего элемента цепи. Ниже изображен пример построения дерева устройств мониторинга и контроля узлов (рис. 2):

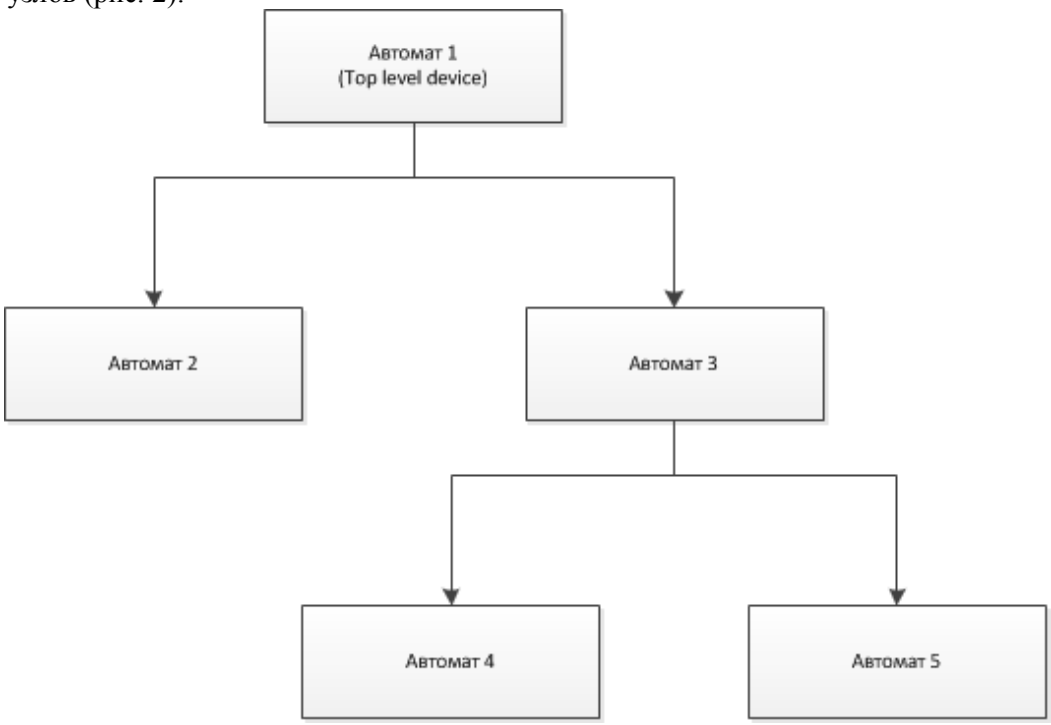


Рис.2. Иерархическая схема подключения конечных устройств

Для определения значимости того или иного элемента электрической сети система предусматривает наличие параметра, отвечающего за приоритет каждой точки, так как в некоторых случаях независимо от количества потребляемой энергии одни субъекты требуют большего внимания и постоянного наличия электрического тока.

Одним из ключевых аспектов системы в данном контексте является выявление и отключение не только наиболее энергозатратной части цепи в случае аварийной ситуация, но и учет приоритета линии. Таким образом, чтобы разгрузить узел, подвергающийся потенциальной угрозе, происходит отключение нижестоящих устройств с наибольшим потреблением и наименьшим приоритетом.

Заключение. Создавая сеть, использующую вышеописанные устройства удаленного мониторинга и управления, можно добиться значительно большей степени защиты от нетривиальных

ситуаций, а также получить удобный инструмент для контроля и управления каждым зарегистрированным элементом электрической сети, не требующий непосредственного присутствия ответственного лица при стандартном режиме работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Internet Of Things (англ.). Gartner IT glossary. Gartner (5 May 2012). — «The Internet of Things is the network of physical objects that contain embedded technology to communicate and sense or interact with their internal states or the external environment»
2. cisco.netacad.com «Introduction to the Internet of Everything»
3. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений: Учебник Алексеев В.Е., Таланов В.А. ИНТУИТ; БИНОМ. Лаборатория знаний 2006 г. 320 страниц
4. Белов А.В. - Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR
5. Баранов В.Н. - Применение AVR
6. Основы теории цепей. Учебник для вузов Зевеке Г.В. и др.

REFERENCES

1. Internet Of Things (Eng.). Gartner IT glossary. Gartner (5 May 2012). - «The Internet of Things is the network of physical objects that contain embedded technology to communicate and sense or interact with their internal states or the external environment»
2. cisco.netacad.com «Introduction to the Internet of Everything»
3. Graphs and algorithms. Data structures. Model calculation: Textbook VE Alekseev, VA Talanov INTUIT; BINOM. Knowledge Laboratory in 2006 320 pages
4. Belov AV - Self Developer devices AVR microcontrollers
5. Baranov VN - Application of AVR
6. Fundamentals of circuit theory. Textbook for high schools Zeveke GV and etc.

Ельцов А. Г.

Электр аудың құрылысы мен игерушілік анализдың және басқарманың ақпараттық технологияларының.

Түйіндеме. Қазіргі кезде бар электр желілерге қосымша элементтерді қосу арқылы жаңарту қарастырылады. Жаңартулар, торап қалпын бақылау деңгейін көтеру және торап элементтерін дистанцияда басқару мүмкіндіктерін береді. Осы бағытта ақпараттық технологияның қолданылуының: рұқсат етілген жүктемені бақылау процессін автоматтандыру және қауіпсіздік үшін, көбінесе үлкен жүктеме себебінен күрделі бұзылысқа әкеле алатын элементтерді өшіру мүмкіндігін беру сияқты артықшылықтары бар. Бұл технология, әлеуетті немесе болған мәселені тезрек шешу үшін, элементтер үшін жауап беретін тұлғаларға хабарлау мүмкіндігін береді.

Түйін сөздер: электр ау, ақпараттық технологиялар, желілік технологиялар, электр аудың автоматтандыруы, электр аудың күйінің мониторинг, алыстат- басқарма электр ау түйіншек.

Yeltsov A. G.

The construction of the electrical network using information technology analysis and management.

Abstract. This article discusses the modernization of existing technology to build electric networks by adding additional elements to raise of the level of monitoring the status of nodes, as well as having the ability to control one or other network elements remotely. One advantage of the use of information technology in this field is to automate the process of monitoring of load capacity and the possibility of turning off the circuit elements in order to ensure safety and to prevent more serious problems that can be caused by overloading networks. Also this technology provides the opportunity to alert those responsible for this or that element of individuals, which in turn is an effective way to speed up the resolution of potential or actual current problem.

Key words: electric network, information technology, network technology, automation of electrical networks, monitoring of electrical networks, remote control units of electric network.

УДК 622.276(4+6); 622.279(4+6)

А.М. Калдырбаева, Н.Г. Дарибаева
(Казахский национальный технический университет
имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕДОБЫЧИ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ОБВОДНЕННОСТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КУМКОЛЬ

Аннотация. Основной проблемой на месторождении Кумколь является относительно быстрое увеличение обводненности добываемой нефти. В статье рассмотрена возможность повышения нефтеотдачи методом электровоздействия на призабойную зону пласта.

Ключевые слова: обводненность, методы увеличения нефтеотдачи, технология электровоздействия.

Эпоха легкоизвлекаемой нефти заканчивается. Доля трудноизвлекаемых запасов постоянно растет — на настоящий момент она уже превышает половину при обводненности более 87%.

В настоящее время в мировой нефтедобыче базовым направлением увеличения эффективности использования начальных извлекаемых запасов

за счет роста коэффициента извлечения нефти (КИН), который характеризует объем добываемой нефти из имеющейся сырьевой базы месторождения, является развитие и промышленное применение современных интегрированных методов увеличения нефтеотдачи (МУН).

Сейчас в мире насчитывается более сотни различных видов соответствующих технологий, но процесс разработки новых решений продолжает набирать обороты.

Несмотря на высокие затраты, на стартовом этапе внедрение МУН позволяет увеличивать сырьевую базу компаний, которая является залогом их капитализации. Так, по некоторым оценкам, повышение КИН в глобальном масштабе всего на 1% позволяет увеличить традиционные запасы нефти примерно на 88 млрд баррелей, что почти втрое выше текущего уровня годовой добычи [1].

Топливно-энергетический комплекс – одна из ключевых для Казахстана отраслей, локомотив экономики страны.

На региональном форуме «Актуальные проблемы нефтедобычи и пути их решения», организованном Министерством нефти и газа Республики Казахстана, ассоциацией «Kazenergy» М.М. Мирзагалиев напомнил высказывание Президента страны Н.А. Назарбаева: «В нефтегазовой сфере необходимо значительно активизировать технологическую политику. В Казахстане коэффициент извлечения нефти составляет около 30-35%, в мире он достиг 50%. До 2020 г. необходимо повысить этот коэффициент»[2]. Конечно, мероприятия по повышению КИН - капиталоемкие и требуют инвестиций. Но на сегодняшнем этапе это жизненно важно и необходимо для сохранения конкурентоспособности и повышения эффективности нефтегазового сектора. В связи с этим особую значимость приобретают вопросы дальнейшего повышения эффективности процесса разработки нефтяных месторождений путем совершенствования известных методов воздействия на пласт, а также прогнозирования и анализа технологических показателей.

Основной проблемой на нефтяных месторождениях Казахстана, в том числе и на месторождении Кумколь (обводненность 97%), в настоящее время является относительно быстрое увеличение обводненности добываемой нефти (и связанное с этим снижение коэффициента извлечения нефти, увеличение количество попутно добываемой воды и т.п.). Причины этого кроются в естественном росте обводненности добываемых углеводородов и жидкости.

Учитывая, что основным методом поддержания пластового давления при разработке нефтяных месторождений является заводнение, количество остаточных запасов нефти в обводненных пластах будет постоянно возрастать. Для доизвлечения этих запасов необходимо также использовать более совершенные технологии.

Нужно отметить, что международные нефтедобывающие компании обращают особое внимание на прирост извлекаемых запасов за счет применения новых технологий нефтеизвлечения: технологии повышения нефтеотдачи обеспечивают от 4 до 12% прироста извлекаемых запасов.

По оценкам зарубежных исследователей, средняя проектная нефтеотдача в мире сейчас составляет около 30%, в США – 39%, при этом средняя реальная нефтеотдача в будущем прогнозируется в размере 50 – 60% [3].

Крянев Д. Ю. в своей работе [3] выделят три крупных блока основных методов разработки нефтяных месторождений: естественный режим, вторичные методы и третичные методы.

Методы увеличения нефтеотдачи являются гораздо более сложными, по сравнению с заводнением, процессами, основанными на механизмах дополнительного извлечения нефти из пористой среды. Технологии этих методов требуют, как предварительного тщательного научного обоснования применительно к конкретным условиям, так и последующего научного сопровождения при их применении с использованием новых и принципиально новых средств контроля и регулирования.

Все это требует дополнительных затрат. Вместе с тем, реальные вложения на создание новых технологий в отечественных компаниях на порядок меньше, чем в зарубежных.

Однако зарубежный, да и отечественный, опыт свидетельствует, что сложность и дополнительные затраты в конечном счете компенсируются повышенной эффективностью. Имеются сведения по более 1500 проектам МУН в мире. Годовая добыча оценивается в 120 – 130 млн тонн.

Наиболее перспективный путь, по мнению Р.Т. Джумашева, Жаншаева Г., Тельбуханова В.А.,Аймакова Н., Марданова Н.А., повышения нефтеотдачи на месторождениях, уже находящихся на поздней стадии разработки, заключается в использовании технологий электрообработки скважин [4-5].

Электромагнитное воздействие (ЭМВ) на призабойную зону пласта основано на использовании особенностей термогидродинамических процессов в продуктивных коллекторах, возникающих при воздействии высокочастотного электромагнитного поля.

Технология увеличения нефтеотдачи пласта электровоздействием предназначена для снижения обводненности добываемой нефти на нефтяных скважинах, восстановления их производительности, отсечки конусов, а также для восстановления нагнетательных скважин [4].

Основные позитивные эффекты при использовании технологии:

- уменьшение обводненности жидкости (увеличение нефтеотдачи);
- восстановление дебита жидкости закольматированных скважин (интенсификация нефтедобычи).

Технология электровоздействия на продуктивный нефтяной пласт основана на эффектах изменения структуры пустотного пространства пород пласта и пространственной структуры фильтрационных потоков двухфазной жидкости (нефть плюс вода) в пласте в результате пропускания через продуктивный пласт солитоподобных импульсов электрического тока. Соответственно увеличивается проницаемость породы, причем наиболее существенно в ближней к скважине зоне. Это приводит к восстановлению дебита скважины по нефти.

В своей работе «Повышение нефтеотдачи обводненных пластов методом электродинамического воздействия» Р.Т. Джумашев приводит результаты электровоздействия, где говорится, что в итоге обводненность скважины через 10 месяцев снизилась с 84 до 21%, а дебит по нефти увеличился с 1,61 до 7,24 т/сут. Средний прирост дебита нефти за 11 месяцев составил 3,24 т/сут.

Выполненный анализ применения электровоздействия как метода увеличения нефтеотдачи показал, что основными преимуществами является:

- абсолютная экологическая чистота, так как для электровоздействия на пласт применяется только электрический ток;
- высокая технологичность и производительность метода (одна установка обрабатывает за сутки одновременно две скважины);
- низкая себестоимость, поскольку отпадает необходимость в проведении спускоподъемных работ (обработка пласта ведется непосредственно через обсадные колонны скважин), а единственным расходным материалом является электрический ток;
- высокая рентабельность, поскольку время электрообработки, а стало быть простой в работе скважины, не превышает 30 ч, а эффект от электрообработки проявляется, как правило, на следующий после электрообработки день;
- простота реализации технологии (электрообработка продуктивного пласта реализуется непосредственно через обсадные колонны);
- отсутствие вредных последствий для обсадных колонн, фильтров и другого оборудования; использование специальной формы импульсов тока дает гарантию безопасности для сохранения обсадных колонн скважин, так как в этом случае отсутствуют электрохимические эффекты; электрообработка не разрушает цементный камень и не вызывает коррозию металла.

- предсказуемость результатов, возможность контроля за процессом обработки;

- мобильность - установка транспортабельна (вес электронной аппаратуры не превышает 120 кг) и размещена на автоприцепе;

- возможность совместного использования с другими аналогичными технологиями, например с закачкой полимеров в нагнетательные скважины;

- малая вероятность отрицательных результатов;

- высокая эффективность (продуктивность скважины возрастает в несколько раз, обводненность нефтяной скважины в принципе может быть снижена до нуля с одновременным кратным увеличением дебита по нефти) [6].

Дополнительное повышение КИН на поздней стадии разработки для каждого конкретного объекта является комплексной задачей, требующей постановки целенаправленных научных и промысловых исследований и технологических решений.

Имеющийся опыт свидетельствует, что применение технологий электровоздействия на призабойную зону пласта может в значительной степени увеличить эффективность разработки месторождения Кумколь, которое находится в настоящее время на поздней стадии разработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение современных методов увеличения нефтеотдачи в России: важно не упустить время / «Ernst & Young (СНГ) Б.В.» -2013.

2. Насыров В.А. Обводненность продукции скважин и влияние ее на осложняющие факторы в добыче нефти / В. А. Насыров, Ю.В. Шляпников, А. М. Насыров // Экспозиция нефть и газ. – 2011.- №2/Н(14)

3. Крянев Д. Ю., Петраков А.М., Жуков Р.Ю., Рейнгарт Д.В., Виноходов М.А. Системно-адресные технологии – основа повышения эффективности разработки нефтяных месторождений. // Бурение нефть – 2011.- №2

4. Джумашев Р.Т Повышение нефтеотдачи обводненных пластов методом электродинамического воздействия / Р.Т. Джумашев,- Нефть и газ, 2010 год. № 1.

5. Жаншаев Г. Применение технологий электровоздействия на продуктивные пласты месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти / Жаншаев Г., Тельбуханов В.А.,Аймаков Н., Марданов Н.А. // Нефть и газ.- 2013.-№1(73), 33-37с.

6. Рыжов Е.В. Новые методы интенсификации добычи нефти / Е.В. Рыжов, В.А.Текльбуханов //Нефть и газ.- 2012.-№2(68), 113-117с.

Калдырбаева А.М, Дарибаева Н.Г.

Құмкөл кен орнында жоғары сулану жағдайда мұнай өндіру процессін интенсификациялау

Түйіндеме. Құмкөл кен орнындағы негізгі мәселенің бірі өндірілетін мұнайдың қатысты түрде тез сулануының артуы болып табылады. Мақалада мұнайбергіштікті қабаттың түпкі бөлігіне электрмен әсер ету әдісімен арттыру мүмкіндігі қарастырылған.

Негізгі сөздер: сулану, мұнайбергіштікті арттыру әдістері (МАӘ), электрмен әсер ету технологиясы

Kaldyrbayeva A.M., Daribaeva N.G.

The Intensification of oil production processes under conditions of high water cut at Kumkol

Summary. The main problem at the Kumkol field is a relatively rapid increase of the water cut oil production. The article considers the possibility of increasing oil recovery by electrostimulation of the bottomhole formation zone.

Key words: water cut, methods of enhanced oil recovery (EOR), the technology of electric stimulation

УДК539.23:621.793

Х.А. Абдуллин[1], Ш.Р. Адилов[2], Л.В. Гриценко[12], Н.Р. Гусейнов[1], Д.В. Исмайлов[1], Ж.К. Калкозова[1], С.Е. Кумеков[2], Ж.О. Мукаш[2], Е.И. Теруков[3]*

([1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан
[2]Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, magic-cool@mail.ru
*Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук,
Санкт-Петербург, Россия
[$]НТЦ тонкоплёночных технологий в энергетике при Физико-технологическом институте
им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия)

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЁНОК ZnO:B, СИНТЕЗИРОВАННЫХ MOCVD

Аннотация. Исследована структура тонких плёнок ZnO:B, осаждённых методом MOCVD на стеклянные подложки, а также модификация электрических свойств (концентрация и подвижность носителей, удельное сопротивление) при термических отжигах на воздухе и в вакууме.

Ключевые слова: тонкие плёнки оксида цинка, MOCVD, термическая обработка, электрические свойства.

Введение

В последнее время полупроводниковые оксиды металлов ввиду высокой чувствительности и низкой стоимости привлекают значительный интерес исследователей с перспективой их дальнейшего использования в газовых датчиках и сенсорных устройствах. Одним из таких материалов является оксид цинка (ZnO), нетоксичный и недорогой полупроводник n-типа, обладающий широкой запрещённой зоной (3,37 эВ), высокой энергией связи экситонов (60 мэВ) и эффективной ультрафиолетовой фотолюминесценцией. Большая энергия связи экситона делает оксид цинка перспективным для создания нового поколения ярких оптоэлектронных устройств, таких, как светоизлучающие диоды на основе гетеро- и гомоструктур [1].

Для улучшения электропроводности и оптического коэффициента пропускания тонких плёнок ZnO его обычно легируют элементами III группы, такими как бор, галлий, индий или алюминий. Другим положительным эффектом легирования этими материалами является возможность стабилизировать плёнки при высокой температуре. Плёнки оксида цинка, легированные галлием [2], бором [3], индием и алюминием [4, 5] интенсивно исследуются с целью использования в качестве прозрачных проводящих покрытий (transparent conductive oxides - TCO) в таких приложениях, как плоские дисплеи на жидких кристаллах (LCD), органические светоизлучающие диоды (OLED) солнечные элементы на красителях (DSSCs) [6]. На данный момент в качестве TCO используют оксид олова, легированный фтором или индием (FTO, ITO) [7, 8]. Однако, высокая цена данных покрытий требует поиск надёжных альтернативных материалов.

В ходе технологических обработок и в процессе эксплуатации возможно повышение температуры образцов, что повлечёт изменение свойств плёнок ZnO и может отрицательно повлиять на характеристики приборов из оксида цинка. Поэтому для применения тонких плёнок ZnO в оптоэлектронике и в солнечных элементах важной задачей является изучение модификации их электрических и оптических свойств при термических обработках. В настоящей работе приведены результаты по исследованию влияния термических обработок на изменение электрических свойств тонких плёнок оксида цинка, синтезированных методом MOCVD.

Экспериментальные результаты и обсуждение

В настоящей работе были исследованы готовые прозрачные проводящие оксидные плёнки, которые были получены химическим осаждением оксида цинка при пониженном давлении [9]. В процессе осаждения в качестве прекурсоров использовались пары диэтилцинка ($(C_2H_5)_2Zn$) и деионизованной воды (H_2O). С целью получения слоёв с высокой проводимостью в качестве легирующего элемента в установке используется бор путём добавления в камеру двухпроцентной смеси диборана в водороде. Также в процессе использовался водород (H_2) для поддержания

равномерности распределения температуры в объёме и азот (N_2) для поддержания постоянного давления.

Соотношение потока паров воды к потоку паров диэтил цинка ([H_2O]/[DEZ]) влияет на поглощение в тонких плёнках ZnO:B. Избыток паров ДЭЦ может привести к формированию слоёв с низкой прозрачностью. Обычно соотношение [H_2O]/[DEZ] устанавливалось на уровне ~1.2 или более. В ходе работ соотношение потока паров воды к потоку ДЭЦ устанавливалось в диапазоне 1,2 – 1,25.

Основными варьируемыми параметрами являлись температура, давление и соотношение потока смеси диборана в водороде к потоку ДЭЦ. Оптимизация процесса велась последовательно сначала варьированием температуры процесса, затем варьированием соотношения потока смеси диборана в водороде к потоку ДЭЦ и окончательной оптимизацией, состоящей в оптимизации значения давления процесса. Полученные тонкие плёнки ZnO:B обладают параметрами, представленными в таблице 1.

Таблица 1. **Параметры ТСО ZnO:B согласно используемой технологии**

Свойство слоя	Фронтальный контакт	Тыльный контакт
Средняя толщина, нм	1700±50	1700±50
Неравномерность толщины, %	<20%	<20%
Среднее поверхностное сопротивление, Ом/кв	18±2	14±2
Неравномерность поверхностного сопротивления, %	<50%	<50%
Удельное сопротивление, Ом*см	$(2,7–3,3)\cdot10^{-3}$	$(2,1–2,5)\cdot10^{-3}$
Светорассеяние на 600 нм, %	28±3	27±3
Неравномерность светорассеяния	<40	<40

Исследованы электрические свойства исходных образцов ZnO:B, а также режимов термической обработки слоёв оксида цинка.

Морфология и XRD

Морфология поверхности образцов была изучена на микроскопе и Quanta 200i 3D (FEI Company) с вольфрамовым катодом прямого накала. Результаты исследований, приведённые на рисунке 1, свидетельствуют о гексагональной структуре ZnO. Стоит отметить, что стержни ZnO растут под углом к поверхности образца благодаря специально подобранным режимам роста с целью уменьшить отражательную способность осаждаемой плёнки.

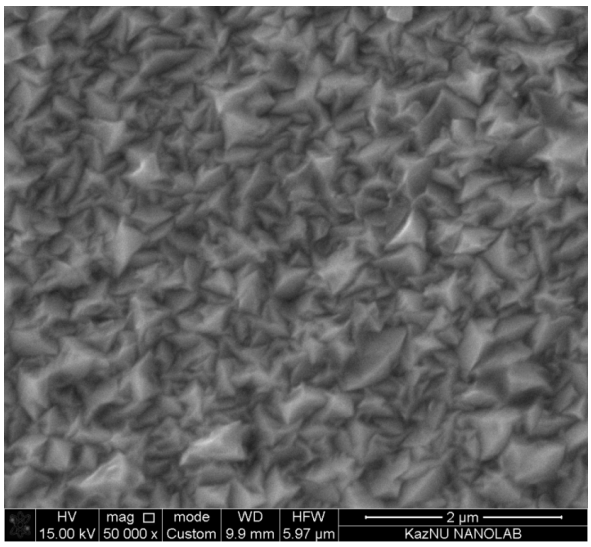


Рис. 1. Морфология поверхности исходных образцов ZnO:B

Фазовый состав исследован на дифрактометре X'pert MPD PRO (PANalytical). Кривые рентгеновской дифракции (XRD), представленные на рисунке 2, демонстрируют преобладание в исследованных поликристаллических плёнках ZnO монокристаллических зёрен с ориентацией (110). Это свидетельствует о том, что путём выбора технологических условий роста удаётся подавить рост зёрен ZnO вдоль с-оси, которая, как известно, является направлением преимущественного роста кристаллов ZnO. Этим обеспечивается микротекстурирование поверхности плёнки для более эффективного поглощения света. На дифрактограммах, полученных на этих плёнках, наряду с основными рефлексами (110), присутствуют рефлексы (100) с низкой интенсивностью.

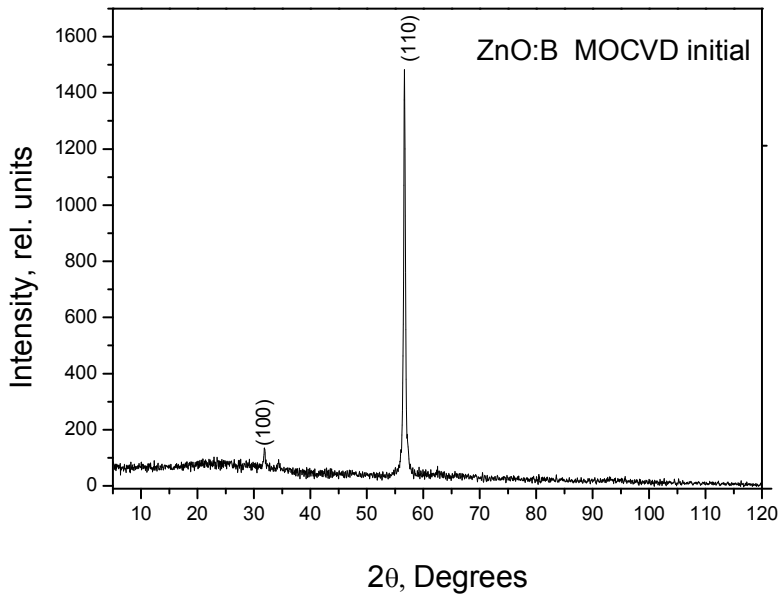


Рис. 2. Дифрактограмма образца ZnO:B

Электрические свойства

Для исследования электрических свойств исходные плёнки ZnO толщиной (1700±50)нм, нанесённые на стеклянные подложки, разрезались на квадратные образцы с примерными размерами 10×10 мм. По углам квадрата создавались электрические контакты для проведения электрических измерений. Было опробовано несколько способов создания электрических контактов.

Во–первых, электрические контакты подпаивались микропаяльником с использованием припоя Sn 90%+In 10%.

Во–вторых, на углы квадратов методом термического распыления в вакууме наносился тонкий слой алюминиячерез маски для создания электрических контактов к слою ZnO.

В–третьих, применялись проводящие пасты на основе серебра илиграфита.

Припаивание контактов микропаяльником имело несколько недостатков. Контакты держались непрочно, иногда вызывали отслаивание плёнки ZnO от стеклянной подложки. Также припаивание и сопровождающий его нагрев вызывали неконтролируемое изменение электрического сопротивления плёнок. Вакуумное напыление алюминия давало очень хорошие стабильные контакты, которые выдерживали многократные циклы нагрева при отжиге и не меняли своих характеристик.

Контакты, созданные с помощью клеящей проводящей пасты на основе серебра, имели недостаточно низкое электрическое сопротивление. Наиболее удобным и быстрым способом оказалось создание контактных площадок с помощью графитовой проводящей пасты, обеспечивающей формирование контактов с характеристиками, близкими к омическим, и с низким электрическим сопротивлением. Контакты выдерживали отжиг до температур 500^{o}C.

Исследование электрических свойств четырёхзондовым методом ван дер Пау и измерение концентрации носителей методом эффекта Холла проводилось при комнатной температуре на установке HMS–3000 (Ecopia) с магнитостатическим магнитом 0.55 Тл. Измерения набора образцов ZnO в количестве 10 шт. обнаружили весьма незначительный разброс электрических параметров в исходных образцах.

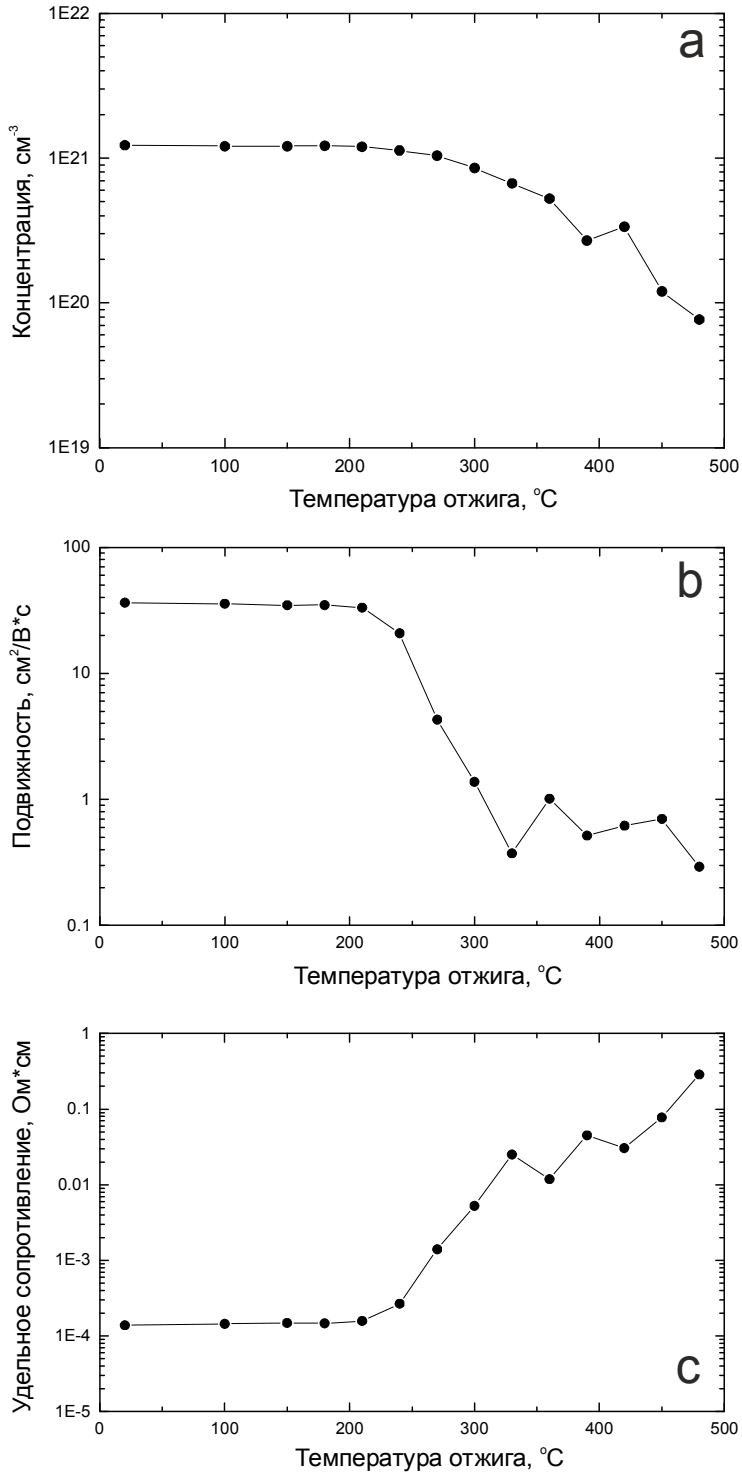


Рис. 3. Влияние на электрические параметры ZnO изохронного (30 мин) отжига на воздухе

Отжиг образцов на воздухе проводился в муфельной печи (SNOL–8.2/1100), отжиг в вакууме проводился в кварцевой трубчатой печи при откачке форвакуумным насосом до давления 0.035 торр.

Типичные исходные параметры плёнок ZnO:B толщиной 1.7 мкм, полученных MOCVD: концентрация свободных электронов $n=1.3\times10^{20}$см$^{-3}$, подвижность 35 см^2/В*с, удельное сопротивление 1.4×10^{-3}Ом*см, поверхностное сопротивление 8 Ом/□. Исследовано изменение электрических свойств образцов ZnO:B при изохронном (30 мин) отжиге на воздухе в области температур 100–480ºС.

На рисунке 3 показано изменение электрических свойств исследованного образца ZnO:B в зависимости от температуры отжига. Видно, что электрические характеристики остаются

стабильными при изохронном (30 мин) отжиге на воздухе примерно до 200°С. При дальнейшем отжиге в интервале 200–500°С концентрация и подвижность носителей падают, а удельное сопротивление растёт, как показано на рисунке 3 с.

Видно, что концентрация носителей падает до ~10^{20} $см^{-3}$ (в 10 раз по сравнению с исходной), подвижность – до ~0.5 $см^2/В*с$ (в 70 раз). Таким образом, ухудшение электрических свойств при отжиге большей частью происходят благодаря падению подвижности носителей.

По-видимому, при отжиге на воздухе, вызывающем падение концентрации кислородных вакансий, происходит движении уровня Ферми вниз по направлению к запрещенной зоне, и уровень Ферми попадает в хвост состояний в примесной зоне. Подвижность носителей в примесной зоне весьма низкая, что обусловлено сильным рассеянием на заряженных центрах.

Отжиг образцов в вакууме при температуре 450-500°С вызывает значительное восстановление электрических свойств: подвижность восстанавливается до исходных значений, концентрация носителей составляет 25-50% от концентрации до отжига на воздухе.

Выводы: Исследованы изменения оптических и электрических свойств образцовZnO:B, полученных методом MOCVD, при термообработках в различных атмосферах. Отмечено, что при энергии, соответствующей величине запрещённой зоны, поглощение образцов растёт при увеличении температуры их отжига. Отжиг образцов ZnO:B при температурах выше 200°С ведёт к деградации электрических свойств: понижению концентрации и подвижности носителей, а также к увеличению удельного сопротивления. Последующий отжиг образцов в вакууме при температуре 450-500°С вызывает значительное восстановление электрических параметров.

ЛИТЕРАТУРА

[1] S.J. Jiao, Z.Z. Zhang, Y.M. Lu, D.Z. Shen, B. Yao, J.Y. Zhang, B.H. Li, D.X. Zhao, X.W. Fan, Z.K. Tang, ZnO p-njunction light-emitting diodes fabricated on sapphire substrates // Appl. Phys. Lett.− 2006. −V.88, issue 3. − P. 031911.

[2] K.Y. Cheong, N. Muti, S. R. Ramanan, Electrical and Optical Studies of ZnO:Ga Thin Films Fabricated via the Sol-Gel Technique // Thin Solid Films. – 2002. − 410. – P.142.

[3] Soaram Kim a, Hyunsik Yoon a, Do Yeob Kim b, Sung-O Kim b, Jae-Young Leem Optical properties and electrical resistivity of boron-doped ZnO thin films grown by sol–gel dip-coating method // Optical Materials. – 2013. – 35. – P. 2418–2424.

[4] J. H. Lee, B. O. Park, Transparent Conducting ZnO: Al, In and Sn Thin Films Deposited by the Sol-Gel Method // Thin Solid Films. – 2003. – 426. – P. 94.

[5] Min-Chul Jun and Jung-Hyuk Koh Effects of Annealing Temperature on Properties of Al-Doped ZnO Thin Films prepared by Sol-Gel Dip-Coating // J. Electr. Eng. Technol. – 2013. – Vol. 8, No. 1. – P. 163−167.

[6] M. Ohyama, H. Kozuka, T. Yoko, Sol-Gel Preparation of Transparent and Conductive Aluminum-Doped Zinc Oxide Films with Highly Preferential Crystal Orientation // J. Am. Ceram. Soc. – 1998. – 81. – P. 1622.

[7] H. Kim, C.M. Gilmore, A. Pique, J.S. Horwitz, H. Mattoussi, H. Murata, Z.H. Kafafi, D.B. Chrisey, Electrical, Optical, and Structural Properties of Indium-Tin-Oxide Thin Films for Organic Light-Emitting Devices // J. Appl. Phys. – 1999. – 86. – P. 6451.

[8] Hiramatsu, K. Imaeda, N. Horio, M. Nawata, Transparent Conducting ZnO Thin Films Preparedby XeCl Excimer Laser Ablation // J. Vac. Sci.Technol. A. – 1998. – 16. – P. 669.

[9] Асваров А.Ш., Ахмедов А.К., Барышников В.Г., Теруков Е.И. Газофазный синтез структур ZnO // Письма в ЖТФ. – 2002. − т. 28, в. 22. − С.59−63.

Абдуллин Х.А., Адилов Ш.Р., Гриценко Л.В., Гусейнов Н.Р., Исмайлов Д.В., Калкозова Ж.К., Кумеков С.Е., Мукаш Ж.О., Теруков Е.И.

MOCVD-мен синтезделген ZnO:B жұқа плёнкаларының электрлік қасиеттеріне термиялық өңдеу діңәсері

Түйіндеме. Бұл жұмыста шыны төсеніштерінде MOCVD әдісімен тұндырылған ZnO:B жұқа плёнкаларының электрлік қасиеті (тасымалдаушылардың қозғалғыштығы мен концентрациясы, меншікті кедергісі), және әр түрлі атмосферада - ауада тотықтандыратын атмосферада, сондай ақ вакуумде термоөңдеуде оптикалық және электрлік қасиеттерінің өзгерісі зерттелді.

Өзекті сөздер: цинк оксидінің жұқа плёнкалары, MOCVD, термиялық өңдеу, электрлік қасиеттері.

Kh.A. Abdullin, Sh.R. Adilov, L.V. Gritsenko, N.R. Guseinov, D.V. Ismailov, Zh.K. Kalkozova, S.E.Kumekov, J.O. Mukash, E.I. Terukov

Electrical properties of ZnO:B thin films synthesized BY MOCVD

Abstract. The electrical properties (carrier concentration, mobility, resistivity) of ZnO:B thin film, deposited onto glass substrates by MOCVD method, and the change of the electrical properties during heat treatment under the different atmospheres such as oxidizing in air and in vacuum were investigated in this work.

Key words: zinc oxide thin films, MOCVD, thermal treatment, electrical properties.

УДК 539.3

Л.М. Алимжанова, А.М. Кожанова
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,
dimkim_01@mail., aida_8304@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ ПОРТФЕЛЬНОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ОБЪЕКТЫ НЕФТЕГАЗОВОГО СЕКТОРА

Аннотация. Специфика освоения объектов нефте-газового сектора предполагает жесткие временные ограничения поэтапной реализации процессов разведки, разработки, эксплуатации и завершения добычи минеральных ресурсов. В статье обоснована необходимость применения проектного подхода в методах распределения инвестиционных ресурсов. С другой стороны возможности оптимизации легче реализовать с использованием модели портфельного инвестирования, где в качестве критерия применять интегрированный коэффициент, отражающий эффективность инвестиций.

Ключевые слова: инвестиция, нефтегазовый сектор, портфель, риск, ресурс.

Объекты нефтегазового сектора в процессе инвестирования исследуются как отдельные проекты, а в случае крупных месторождений как программы взаимосвязанных проектов. Отсюда вытекает обоснованность использования механизма рационального распределения ресурсов проекта в процессе определения эффективного управления инвестициями в объекты нефтегазового сектора.

В настоящее время решению данной проблемы уделяется достаточное внимание. К примеру, в работе Ю. Т. Зырянова, О.А. Коновалова, А.К. Малыкова «Система управления рациональным распределением ресурсов на основе модернизированного метода последовательных назначений» где, рассмотрена задача рационального распределения ограниченных ресурсов по зависимым операциям в организационно-технических системах. Предложены модернизированный метод последовательных назначений и структура системы управления рациональным распределением ресурсов, позволяющая осуществлять управление и контроль выполнения проекта. Современный уровень развития телекоммуникационной и электронно-вычислительной техники позволяет автоматизировать широкий класс функций управления распределением ресурсов. Для решения комплекса организационно-технических взаимосвязанных задач с помощью единой системы управления рациональным распределением ресурсов (СУРРР) необходимо соответствующее алгоритмическое обеспечение. В частности, применение в рамках такой системы моделей и методов сетевого планирования и управления предполагает решение задачи оптимального распределения организационно-технических ресурсов по зависимым операциям [1].

Анализ известных методов распределения ресурсов показывает, что они недостаточно эффективны для зависимых операций. Оптимизация сетевых моделей без календарной увязки сроков не обеспечивает решение всей задачи оптимизации плановых расчетов. Применение классических методов математического программирования отрицательно сказывается на достоверности результатов из-за значительных ограничений на факторное пространство и область изменения целевой функции, а применение эвристических приемов -к потере управления уже на стадии планирования [3]. Существующие решения не в полной мере учитывают такие факторы как уровень подготовки специалистов, их взаимозаменяемость, обеспеченность инструментом (принадлежностями, приспособлениями, сервисной аппаратурой, средствами диагностирования) при их перераспределении. Задача нахождения ресурсных связей многовариантна, осложнена переменной скоростью выполнения операций и вариативной структурой графа.

Также значимо для управления проектами жесткое ограничение по времени, так как реализация проектов в отведенные сроки является значимым, если не главным критерием успешной реализации

проекта. В качестве целевой функции за основу принимаем модель портфельного инвестирования по Марковицу.

Доходность портфеля. Под ожидаемой доходностью портфеля понимается средневзвешенное значение ожидаемых значений доходности ценных бумаг, входящих в портфель. При этом "вес" каждой ценной бумаги определяется относительным количеством денег, направленных инвестором на покупку этой ценной бумаги. Ожидаемая доходность инвестиционного портфеля равна:

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^{n} W_i E(r_i) \quad (1)$$

где $E(r_p)$ – ожидаемая норма отдачи портфеля; W_i – доля в общих инвестиционных расходах, идущая на приобретение i-ой ценной бумаги ("вес" i-ой ценной бумаги в портфеле); $E(r_i)$ – ожидаемая доходность i-ой ценной бумаги; n – число ценных бумаг в портфеле.

Измерение риска портфеля. При определении риска портфеля следует учитывать, что дисперсию портфеля нельзя найти каксредневзвешенную величин дисперсий входящих в портфель ценных бумаг. Это объясняется тем, что дисперсия портфеля зависит не только от дисперсий входящих в портфель ценных бумаг, но также и от взаимосвязи доходностей ценных бумаг портфеля друг с другом. Иными словами, риск портфеля объясняется не только индивидуальным риском каждой отдельно взятой ценной бумаги портфеля, но и тем, что существует риск воздействия изменений наблюдаемых ежегодных величин доходности одной акции на изменения доходности других акций, включаемых в инвестиционный портфель. Меру взаимозависимости двух случайных величин измеряют с помощью ковариации и коэффициента корреляции. Положительная ковариация означает, что в движении доходности двух ценных бумаг имеется тенденция изменяться в одних и тех же направлениях: если доходность одной акции возрастает (уменьшается), то и доходность другой акции также возрастет (уменьшится). Если же просматривается обратная тенденция, то есть увеличению (уменьшению) доходности акций одной компании соответствует снижение (увеличение) доходности акций другой компании, то считается, что между доходностями акций этих двух компаний существует отрицательная ковариация.

Когда рассматриваются величины доходности ценных бумаг за прошедшие периоды, то ковариация подсчитывается по формуле:

$$\sigma_{i,j} = \sum_{i=1}^{N} [r_{i,t} - E(r_i)] * [r_{j,t} - E(r_j)]/(N-1) \quad (2)$$

где $\sigma_{i,j}$–ковариация между величинами доходности ценной бумаги i и ценной бумаги j;

$r_{i,t}$ и $r_{j,t}$ – доходность ценных бумаг i и j в момент времени t;

$E(r_i)$, $E(r_j)$ – ожидаемая (среднеарифметическая) доходность ценных бумаг i и j;

N – общее количество лет наблюдения.

Часто при определении степени взаимосвязи двух случайных величин используют относительную величину – коэффициент корреляции $\sigma_{i,j}$:

$$\rho_{i,j} = \frac{\sigma_{i,j}}{\sigma_i \sigma_j} \quad (3)$$

Итак, риск инвестиционного портфеля надо определять с помощью дисперсии. Пусть в исследуемый портфель входят n ценных бумаг; тогда дисперсию портфеля необходимо вычислять по формуле:

$$\sigma_n^2 = \sum_{i=1}^{n} W_i^2 \sigma_i^2 + \sum_i^n \sum_j^n W_i W_j \sigma_{i,j} \quad (4)$$

Если вспомнить, что коэффициент корреляции $\rho_{i,j},=\sigma_{i,j} / \sigma_i \sigma_j$, то эту формулу можно представить в виде [4]:

$$\sigma_n^2 = \sum_{i=1}^{n} W_i^2 \sigma_i^2 + \sum_i^n \sum_j^n W_i W_j \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j \quad (5),$$

$$\sqrt{\sigma_p^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} W_i W_j \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j} \quad (6)$$

$$\mathrm{En} = \sum_{i=1}^{n} W_i E_{(r\partial)} \quad (7)$$

где инвестиции в ценные бумаги заменяется инвестициями во взаимосвязанные проекты, а функция рисков заменяется на функцию определяющую степень связей между проектами оценивающую взаимное влияние реализации проекта на эффективность работы другого проекта.

Идея NPV - оценить разницу между инвестиционными затратами и будущими доходами, выраженную в скорректированной во времени (часто приведенной к началу реализации проекта) денежной величине:

$$NPV = PV - I_0 \quad (8)$$

или, при возможности реинвестирования:

$$NPV=NPV(r)=\sum_{k=1}^{-k}\frac{B_k}{(1+r)^k}-\sum_{k=1}^{k}\frac{C_k}{(1+r)^k} \quad (9)$$

где I_0 - начальные инвестиции;

$PV=\sum_k \frac{C_k}{(1+r)^k}$ - дисконтированный поток за k периодов (приведенная стоимость);

$CF_к$ - чистый прогнозируемый денежный поток в k-ом периоде;

$B_к$, C_k - соответственно доходы и затраты k-то периода; r - норма дисконта (абстрагируемая от конкретного экономического содержания, может учитывать темп инфляции, среднюю процентную ставку за кредит и т. п.);

K - число периодов реализации ИП.

Классическое правило принятия инвестиционного решения:

- если $NPV > 0$, принять проект к реализации, т. к. первоначальные затраты будут возмещены, обеспечены прибыль согласно стандарту r и некоторый резерв;
- если $NPV<0$, отвергнуть проект, т. к. заданная норма прибыли не обеспечена;
- если $NPV = 0$, вопрос о принятии решения остается открытым, т. к. проект не убыточен и не прибылен.

Смысл PI - показывает, сколько единиц современной величины денежного потока приходится на единицу предполагаемых первоначальных затрат:

$$PI=\frac{PV}{I_0}=\frac{NPV}{I_0}+1 \quad (10)$$

Классическое правило принятия инвестиционного решения:

- если $PI>1$, принять проект к реализации, т. к. обеспечена положительная величина NPV и норма рентабельности превышает заданную норму;
- если $PI<1$, отвергнуть проект, т. к. заданный уровень рентабельности не достигается;
- если $PI=1$, вопрос о принятии решения остается открытым - проект не приносит дохода.

Индикатор PI является относительным показателем, используется при сравнении альтернативных проектов.

При возможности реинвестирования модификация показателя такова: отношение выгод к затратам (индекс доходности) рассчитывается по формуле

$$B/C_{ratio}=\sum_{k=1}^{k}\frac{B_k}{(1+r)^k}/\sum_{k=1}^{k}\frac{C_k}{(1+r)^k} \quad (11)$$

Идея IRR - рассчитать максимально допустимый относительный уровень расходов, которые могут быть ассоциированы с данным проектом. Индикатор характеризует значение дисконта (процентной ставки), при котором чистая (современная стоимость проекта равна нулю: IRR такова, что $NPV = NPV(IRR) = 0$

Сроком окупаемости называется продолжительность периода от начального момента до момента окупаемости, т. е. наиболее раннего момента времени в расчетном периоде, после которого текущий чистый дисконтированный доход становится положительным:

$$PP=min[n], \text{ при котором } \sum_{k=1}^{n} CF \geq I_0 \quad (12)$$

$$\text{или } \sum_{k=1}^{k}\frac{B_k}{(1+r)^k} \geq \sum_{k=1}^{k}\frac{C_k}{(1+r)^k}$$

Сравнительная характеристика дисконтных критериев

	Чистая приведенная стоимость (NPV)	Внутренняя норма доходности (IRR)	Индекс рентабельности (PI)
Критерий выбора проектов	Приемлемы все проекты с NPV>0 при дисконтировании по альтернативной стоимости	Приемлемы все проекты с IRR равной или большей альтернативной стоимости капитала	Приемлемы все проекты с PI>0 при дисконтировании по альтернативной стоимости капитала
Ранжирование проектов	Не позволяет ранжировать проекты по порядку их реализации	Может дать ложное ранжирование проектов	Может дать ложное ранжирование проектов
Взаимоисключаю-щие проекты	Выбор варианта с наибольшей NPV при дисконтировании по альтернативной стоимости капитала	Не может быть использован непосредственно: необходимо сравнить приращение выгод и затрат по различным проектам	Не может быть использован непосредственно
Ставка дисконта	Необходимо определить реалистичную ставку дисконта, отражающую альтернативную стоймость капитала	Определяется как внутренняя величина: необходимо определить альтернативную стоимость капитала для использования в качестве минимального коэффициента окупаемости	Необходимо определить реальную ставку дисконта, отражающую альтернативную стоимость капитала

Инвестиции - часть дохода, направленная не на потребление, а используется для приумножения (Дж. Кейнс). Более развернуто: инвестиции - все виды имущественных и интеллектуальных ценностей, вкладываемых в объекты предпринимательской деятельности, в результате которой образуется прибыль (доход) или достигается социальный эффект.

Инвестиционный проект — это инновационный проект, в котором основную роль играют капиталовложения. Инвестиционные проекты являются основной формой привлечения инновационного капитала; комплексная оценка их рискованности оказывает влияние на решения собственника капитальных ресурсов. *Трудности оценки рисков обусловлены, прежде всего, сложностями прогнозирования структуры, объемов и динамики капиталовложений. Поскольку любой инвестиционный проект реализуется на национальной территории, регионы которой различаются условиями хозяйствования, и в конкретных отраслях, то оценка страновых, отраслевых и территориальных экономических рисков является важнейшим условием привлечения прямых зарубежных инвестиций.*

Инвестиционный процесс - развернутая во времени реализация инвестиционного проекта (началом инвестиционного процесса является принятие решения об инвестициях, а концом - либо достижение всех поставленных целей, либо вынужденное прекращение осуществления проекта).

Инвестиционный климат (сравнительная характеристика территориальной инвестиционной привлекательности) - совокупность объективных возможностей для осуществления инвестиционной деятельности (инвестиционного потенциала) и конкретных условий этой деятельности (инвестиционного риска и инвестиционного законодательства).

Инвестиционное поле (среда) - объединяет как среду инвестиционной деятельности (инвестиционный климат), так и все потенциальные (возможные) объекты инвестирования (отдельное предприятие или инвестиционный проект, иными словами - объекты инвестиционной деятельности). Предполагается, что осуществление вложений в эти объекты будет иметь:

Финансовый эффект (бюджетный и коммерческий аспекты, определяемые увеличением отчислений в бюджеты всех уровней в случае реализации инвестиционного проекта, сроком окупаемости, внутренней нормой рентабельности и т.д.);

Социально-экономический эффект (определяется по количеству создаваемых рабочих мест, улучшению социальной инфраструктуры, экологических параметров производства и т.п.).

Инвестиционное поле обладает двумя важнейшими характеристиками - неоднородностью и динамичностью, причем изменение инвестиционного поля происходит в ходе инвестиционной деятельности.

Инвестиционная политика (соответствующего уровня) - система целей и задач органов власти по управлению политическим, экономическим и социальным развитием соответствующих элементов государства, а также механизм их реализации.

Проектным является финансирование инвестиционной деятельности, при котором источником погашения задолженности являются потоки денежной наличности, генерируемые в результате реализации самого инвестиционного проекта. При этом кредитор оценивает:

- потоки наличности и объем предполагаемых поступлений для определения перспектив возврата предоставленных

средств;

- активы держателя проекта, служащие обеспечением кредита.

- инвестиционный проект предполагает планирование во времени трех основных денежных потоков:

- потока инвестиций;

- потока текущих (операционных) платежей;

- потока поступлений.

С математической точки зрения инвестиционные проекты описываются потоками платежей - функциями от времени, значениями которых являются:

- затраты (значения функций-платежей отрицательны);

- поступления (значения функций-платежей положительны) [5] .

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ю. Т. Зырянов, О.А. Коновалов, А.К. Малыков, «Система управления рациональным распределением ресурсов на основе модернизированного метода последовательных назначений», 2005г.

[2] Ю. Т. Зырянов, О.А. Коновалов, А.К. Малыков, «Система управления рациональным распределением ресурсов на основе модернизированного метода последовательных назначений», 2005г.

[3] Костина Л.П. Постановка проблемы оптимального распределения ресурсов на стохастических сетях со сложной пространственно-временной структурой// Вестник Санкт-Петербургского университета. – 1992. – сер.1, вып.2(8).- с.15-19.

[4] Аскинадзи В.М., Максимова В.Ф., Портфельные инвестиции/ Москва Московская финансово-промышленная академия. – М., -2005. – с. 62

[5] Мутанов Г.М., Куликов В.П., Куликова В.П., Информационная поддержка принятия инвестиционного решения в условиях риска. –Астана, 2005. -456с.

[6] Задача Марковица http://sword.kiev.ua/pages/saep/13_03_01.htm.

REFERENCES

1. Zyryanov U. T, Konovalov A. K., Malykov A. K., “ The system of management sustainable resource distribution on the basis modern method phasing appropriation” 2005

2. Zyryanov U. T, Konovalov A. K., Malykov A. K., “ The system of management sustainable resource distribution on the basis modern method phasing appropriation” 2005

3. Kostyna L. P, Problem statement of optimal distribution of resources in stochastic networks with complex spatiotemporal structure. Reporter of Saint-Petersburg University.-1992, s.1, 2(8) ed. – 15-19 pg.

4. Askinyadzi V. M., Maximova V. F., Indirect investments/ Moscow, Moscow Academy of Industry and Finance- M, - 2005, -62 pg.

5. Mustanov G. M., Kulikov V. P., Kulikova V. P., Information support of investment decision under the risk. – Astana, 2005, -456 pg.

6. Markovitsa’s task. http://sword.kiev.ua/pages/saep/13_03_01.htm.

Алимжанова Л.М., Кожанова А.М.

Мұнайлы-газды секторындағы портфельді инвестициялаудың мәселелері

Түйіндеме. Мұнай-газ секторының өзгешілігі уақыт бойынша тың жұмыстары игеру, өндіру жұмыстары, эксплуатациялау және минералды қорларды жинау кезең бойынша жүзеге асады. Мақалада инвестициялық ресурстарды үлестіру әдісі жобалық әдісті қолдану қажеттігі сипатталады. Бір жағынан портфельдік инвестиция әдісін жүзеге асыру тиімді, өлшем ретінде интеграциялық коэффициентті қолдану инвестицияның тиімділігін көрсетеді.

Тірек сөздер: инвестиция, мұнай-газ секторы, портфель, тәуекел, қор.

Alimzhanova L.M., Kozhanova A.M.

Problems of portfolio investment in the oil and gas sector

Abstract. The specific area exploration of oil and gas sector requires temporary severe restrictions stepwise implementation of surveying process, development, exploitation and completion mining of mineral resources. An article mainly concern necessity to practice project based approach in methods of distribution of the funds available for investment. On the contrary it is easier to realize possibility of optimization with use models of indirect investment where practice integrated factor which shows efficiency of investment as a measure.

Key words: investment, oil and gas sector, portfolio, risk, resource.

УДК 004.928

А.Ю. Дмитриев
(Международный университет информационных технологий
Алматы, Республика Казахстан, admitriyev02@gmail.com)

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КЛЕТОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CellML МОДЕЛИ И VMD

Аннотация. В настоящее время сфера биоинформатики имеет высокий приоритет в исследовании. Много аспектов науки до сих пор слабо изучены, и многое еще предстоит только изучить. Связать биологию, медицину с развитыми информационными технологиями дает хорошие перспективы в научных открытиях. В настоящей статье будет рассматривать возможность связать клеточное взаимодействие с технологиями компьютерного моделирования. Будет рассмотрен один из способов возможной реализации моделирования процесса клеточной гибели при помощи компьютерного моделирования и графической визуализации с помощью программного комплекса VMD. Visual Molecular Dynamics - платформа для визуализации на молекулярном уровне. Более подробно будет описано в статье. Исследование заключается в том, чтобы используя эту программу реализовать процесс визуализации процесса клеточной гибели основываясь на моделях созданных биологами, таких как CellML модель. Данная модель описывает процесс клеточной гибели на математическом уровне, взаимодействия молекул описываются дифференциальными уравнениями. Уравнения описаны на XML подобном языке. Для решения этой задачи необходимо правильно распарсить эту модель и вытащить необходимые данные, которые используются в VMD для визуализации (координаты, скорости, концентрации и т.д.).

Ключевые слова: биоинформатика, процесс клеточной гибели, апоптоз, компьютерное моделирование, графическая визуализация, VMD, математическая модель.

VMD – программа предназначена для молекулярной визуализации и анализа биологических систем. Она разработана на основе теоретической и вычислительной биофизики в университете штата Иллинойс в Urbana-Champaign. VMD является уникальной среди молекулярных программ для визуализации, она способна работать на много-гигабайтных траекториях молекулярной динамики, с большим количеством дополнительных пакетов моделирования молекулярной динамики.

Ключевые особенности VMD включают в себя:

- Молекулярная визуализация 3D
- Выбор атома или множества атомов для визуализации
- Молекулярная визуализация динамических данных
- Визуализация объемных данных
- Поддерживает все основные форматы файлов молекулярных данных
- Нет ограничений на количество молекул или траектории кадров, кроме доступной памяти
- Высокого разрешения, молекулы отображаются в высоком качестве
- Возможность создания кино
- Разработка и подготовка системы для моделирования молекулярной динамики
- Интерактивная молекулярная динамика
- Поддерживание языков Tcl / Python
- Расширяемый исходный код написан на C и C ++

VMD популярный инструмент для исследования и создания молекул, белков, аминокислот и т.д. Существует банк молекул Protein Data Bank, которые содержит все созданные молекулы. Все они находятся в свободном доступе, предполагается использовать эти молекулы для визуализации процесса. Так как наша цель создать наиболее реалистичный процесс взаимодействия. К примеру, один из протеинов участвующих в процессе клеточной гибели – Caspase 9 (Рисунок 1).

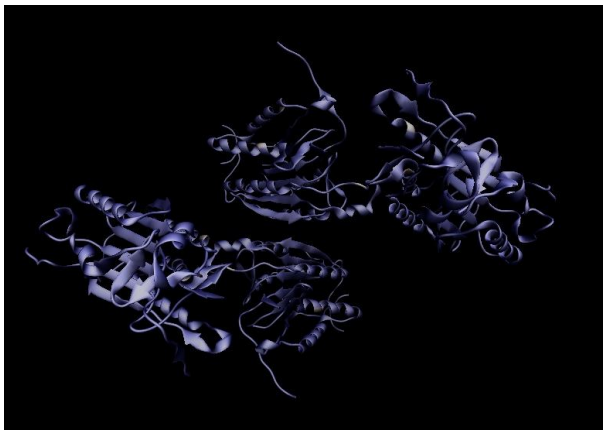


Рис. 1. Caspase 9 протеин ингебитор

Модель CellML представляет собой XML файл, в котором тегами описаны дифференциальные уравнения. Модель написанная на языке CellML. CellML платформа представляет собой приложение, которое считывает модель в формате .cellml, в файле хранится структура, которая описывается математическую зависимость от времени того или иного процесса, описанного на xml подобном языке разметки CellML. Этот язык специально разработан для описания моделей клеточного поведения. На рисунке 2 представлена схематическая модель апоптоза.

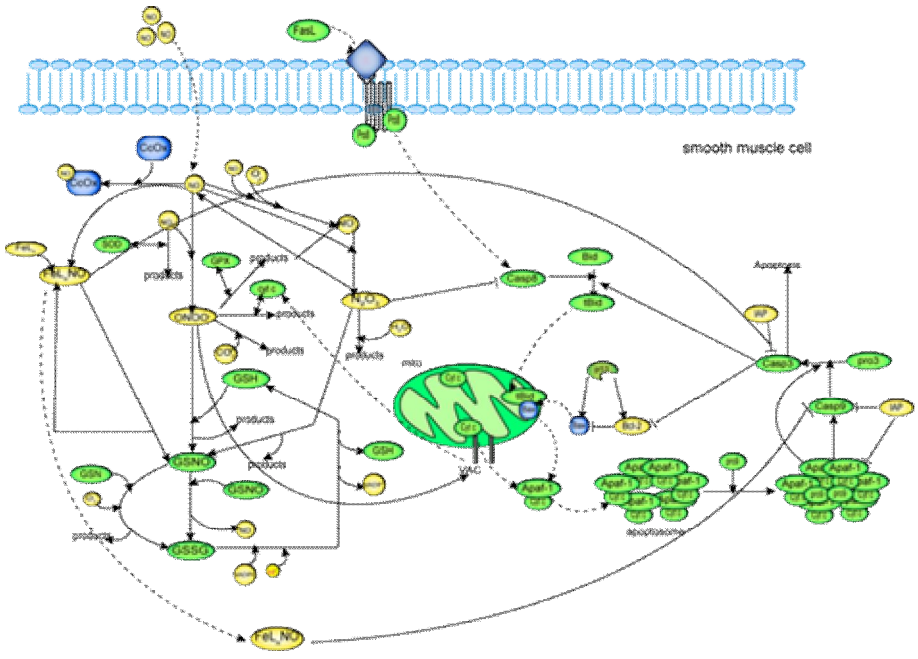


Рис. 2. схематическая модель апоптоза на CellML.

Система должна преобразовывать изменения параметров внутри модели и соответственно переносить эти изменения в программу для визуализации и производить рендеринг уже на основе нововведенных данных. Такая система будет полезна для проведения определенного рода экспериментов. Ее структуру можно представить в виде блок схемы на рисунке 3. По этой схеме пользователь выбирает белки, взаимодействие которых он хотел бы протестировать. Изменяет данные в модели. Данные

проходят через парсер, преобразуются в формат, подходящий для визуализатора. Далее все данные импортируются в визуализатор, и производится рендеринг сцены. Это может быть взаимодействие нескольких белков, может быть изменение одного конкретного белка под воздействием определенного вещества или соединения веществ, как например оксид азота NO.

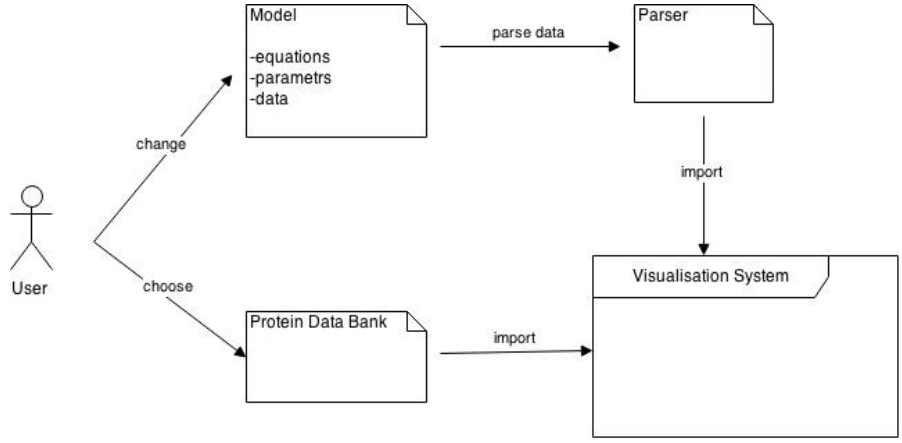


Рис. 3. Блок схема системы визуализации.

Использование моделей апоптоза сделает визуализацию точной с математической точки зрения, а также позволит влиять на визуализацию. Любые внесенные изменения в модель будут отражаться на визуализации. Это будет интересным для исследователей клеточной гибели. На данный момент исследования проводятся на живых тканях, такие эксперименты дорогостоящие, долгосрочны и не всегда успешны. Разработанная система упростит эксперименты. Для начала можно будет провести исследование на компьютерной модели, а проведение экспериментов на живых тканях будет подтверждением или опровержением полученных результатов.

Вывод. Сегодня биологи считают, что процесс апоптоза можно регулировать, посредством увеличения или уменьшения концентрации определенного вещества оксида азота. Соответственно ускорять или замедлять процесс апоптоза.

Регуляция апоптоза даст возможность продвинуться в лечении раковых заболеваниях, сердечных заболеваний таких как инфаркт миокарда. Визуализация процесса клеточной гибели по модели будет хорошим вспомогательным инструментом при исследовании.

ЛИТЕРАТУРА

1.VMD: Visual Molecular Dynamics William Humphrey, Andrew Dalke

2.E.Z.Bagci, Y.Vodovotz, T.R.Billiar, G.B.Ermentrout, and I.Bahar. 2008. Computational Insights on the Competing Effects of Nitric Oxide in Regulating Apoptosis.

3.Синцов А. В. 2010. Математическое моделирование динамики апоптоза, индуцированного гранзимом В, и исследование устойчивости фонового состояния системы апоптоза.

4.Stefan Legewie, Nils Bluthgen, Hanspeter Herzel. 2006. Mathematical modeling identifies inhibitors of apoptosis as mediators of positive feedback and bistability.

5.ImageJ for microscopy Collins TJ

Дмитриев А.Ю.

Ұялы үлгілерді пайдалана отырып процестер мен CellML VMD визуализация

Түйіндеме. Бұл мақала ұялы қайтыс процесінің мысалы ретінде биопроцессы бейнелеу жүйесін дамыту үшін әдісін сипаттайды. Математикалық модельдерді және бағдарламалық қамтамасыз ету Renderer CellML VMD пайдалану.

Түйінді сөздер: CellML моделі, VMD, визуализация, жасуша қайтыс процесі

Dmitriyev A.Y.

Visualization of cellular processes using CellML models and VMD

Summary. This article describes a method for the development of system for imaging bioprocesses as an example of the process of cell death. Using mathematical CellML models and software renderer VMD.

Key words: CellML model, VMD, visualization, process of cell death.

УДК 004.02

А.Н. Хамитов
(Международный университет информационных технологий
Алматы, Республика Казахстан, alikhamt@umail.iu.edu)

SMART CITY: ПРИМЕНЕНИЕ ИКТ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ "УМНОГО ГОРОДА" И ПРИМЕР ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТ CITY ROUTER

Аннотация: Данная работа посвящена нескольким вопросам построения "Умного города", как реализация концепции нового развития городов. Рассматривается основное определение "интеллектуальных" городов, а также общая схема "интеллектуализации" управления ими и их архитектура. В данной статье автор рассматривает вопрос конкретного применения геоинформационных систем и Facility Management технологий при построении "Умного города", их эффективности, и возможных способов использования. В виде практической реализации построения "интеллектуально-развитого" города и модернизации инфраструктуры приведен пример разработанной технологии City Router.

Ключевые слова: "умный город", интеллектуализация, смарт сити, ГИС, FM технологии

Умный город – это умное управление, умное проживание, умные люди, умная среда, умная экономика, умная мобильность. Перечень областей, которые требуют внедрения smart-технологий, охватывает практически все без исключения сферы городского хозяйства и городской инфраструктуры: аналитика, банкинг, здания, коммерция, электронное правительство, коммуникации, образование, энергетика, чрезвычайные ситуации, общественное питание, здравоохранение, производство и сфера услуг, транспорт, розничная торговля, общественная безопасность, экология и мониторинг окружающей среды, водо- и газоснабжение, и многое другое. Общая схема процесса “интеллектуализации” управления городским хозяйством приведена на рис. 1.

Рис. 1. Общая схема процесса “интеллектуализации” управления городом

В архитектуре “умного” города можно выделить несколько уровней и принципов, связанных с эффективным управлением, оптимальным использованием ресурсов, информационной поддержкой и комплексным использованием информационных ресурсов, анализом и мониторингом среды и программ развития, визуализацией данных и проектов, прогнозированием и др. (рис. 2).

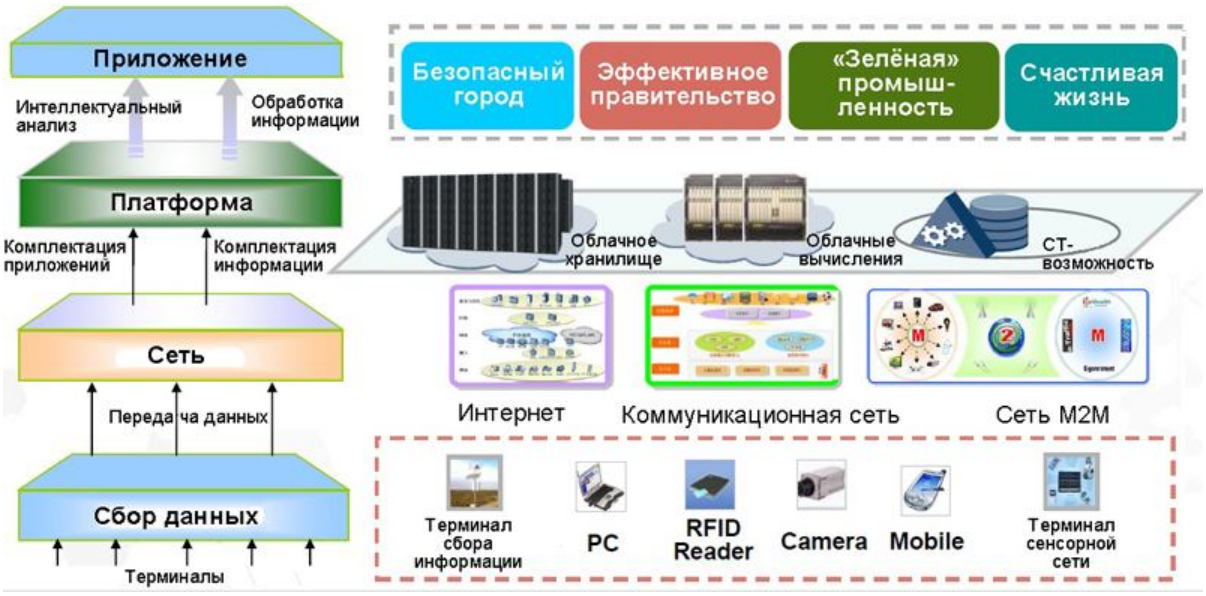


Рис. 2. Архитектура смарт-сити (подход компании Huawei)

В целом **геоинформационные системы (ГИС)** и системы **“Facility Management”** (FM – управление заданными бизнес-свойствами активов; управление инфраструктурой объекта или организации) на базе ГИС играют ведущую роль при реализации концепции “умного” города. Причем, под «городом» в широком смысле могут пониматься как собственно населенные пункты, так и другие крупные территориально распределенные структуры и образования. Так, ярким примером практического воплощения концепции смарт-сити может служить реализация аэропорта г. Пекин, как сложного объекта, во многом сходного с целым городом и выполняющего многие современные бизнес-функции, например такие, как: реализация потребностей бизнеса быстрее, удобнее и дешевле на основе развитой логистической инфраструктуры с ярко выраженным зонированием территории; предоставление возможностей проживания, покупок; проведения деловых встреч; организации выставок и т.д.

ГИС является одной из технологий практического применения концепции Smart-City и единой технологической подложкой применения smart-решений [1]. Это технологическая платформа корпоративного класса, позволяющая понять пространственные взаимосвязи и решать сложные вопросы административно-хозяйственного управления. Кроме того, современная ГИС, такая как полнофункциональная система Esri ArcGIS, является уникальным хранилищем разнородной информации, позволяет создавать детальные 3D-модели объектов и местности, получать точные геометрические параметры данных моделей, в наглядной форме отразить состояние, поведение и взаимосвязь объектов недвижимости. Помимо этого, она позволяют выполнять пространственные запросы, оптимально определять расположение объектов инфраструктуры (парковок, входов-выходов, въездов, систем безопасности, инженерных и коммуникационных систем и т.д.), выявлять существующие критические отклонения от требований, спрогнозировать развитие чрезвычайной ситуации.

Facility Management – согласно определения Британского стандарта BS 8536:2010 – это процесс междисциплинарного взаимодействия во время эксплуатации объекта или во время жизненного цикла объекта, который продолжается несколько десятилетий, для непрерывного предоставления услуг, которые обеспечивают (поддерживают) основной бизнес объекта, и процесс непрерывного повышения эффективности предоставления этих услуг. Facility Management можно определить и как управление инфраструктурой объекта или активов организации [2].

ГИС- и FM-технологии в рамках концепции “умный город” обеспечивают комплексный подход к решению транспортных задач за счёт интеграции пространственной и временной информации, транспортных регламентов, объективных и актуальных данных об объектах транспортной деятельности, знаний и опыта.

ГИС, как основа для управления бизнес-свойствами активов, может использоваться при:

- управлении, визуализации и планировании пространства;

- управлении недвижимостью и другими активами;
- планировании действий в чрезвычайных ситуациях;
- планировании коммуникаций, услуг, инфраструктуры;
- оптимизации ресурсов, площадей;
- управлении обслуживанием;
- а также во многих других сферах городского управления.

Так, система ArcGIS предоставляет широкий спектр мощных и удобных инструментов для проведения геопространственного анализа и моделирования, необходимых при реализации многих программ развития транспортной инфраструктуры города, как, например, анализ транспортной доступности, расчёт близости к источникам скопления общественного траспорта, пространственный анализ оперативной обстановки и моделирование сценариев ее развития и многое другое (рис. 3).

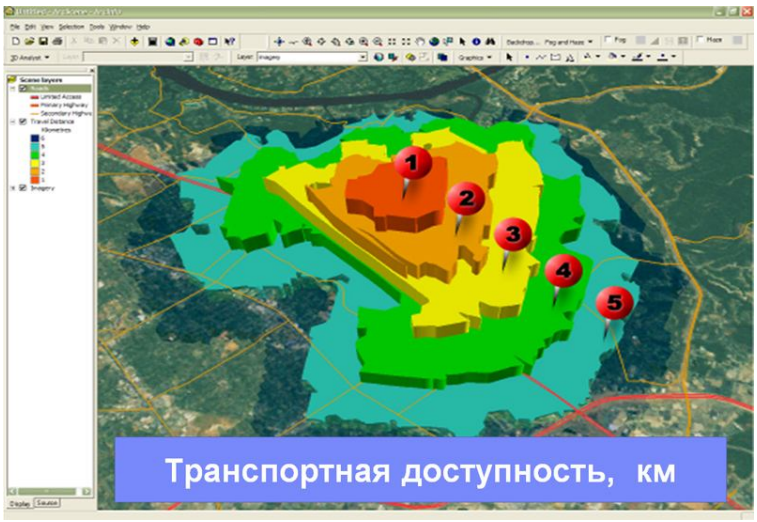


Рис. 3. Анализ транспортной доступности.

ГИС- и FM-технологии широко используются в оперативно-технологическом управлении городом на основе собранных объективных данных. Пример информационного комплекса управления городскими активами приведен на рисунке 4.

Рис. 4. Интегрирование разнородных данных с различных датчиков, измерителей

Трудно переоценить роль туризма для наполнения городского бюджета, создания дополнительных рабочих мест для населения. В привлечении туристов исключительную роль играют геоинформационные системы. Опыт многих стран показывает, что мало иметь хорошие

туристические возможности, памятники культуры, архитектуры, природную среду и т.д. Их нужно сделать привлекательными с использованием тех технологий, которые воспринимаются потенциальными туристами, с объяснением и наглядной демонстрацией всех преимуществ, методов и возможностей по их реализации. Опыт США, где развитию внутреннего и внешнего туризма придаётся огромное значение, показывает, что для реализации и описания всех возможностей для визитёров используется привязанный к реальным условиям и объективным данным ГИС набор сведений о тех или иных туристических центрах: национальные парки, памятники, музеи, новые виды туризма (например, выезд горожан в фермерские хозяйства), спортивные соревнования и т.п. Речь идёт об интерактивных картах, на которых отображаются сами памятники, отели, дороги, рестораны, кемпинги и т.п. Всё это размещается в интернете, обычно в рамках программ е-региона и е-правительства, и является вкладом местных и федеральных властей в развитие бизнеса и повышение привлекательности регионов. Сведения о тех или иных местах, их привязке к городской инфраструктуре размещаются не только в интернете, но и в навигаторах, мобильных телефонах, планшетных компьютерах и т.п. Существуют трёхмерные программы городов, понятие виртуального туриста, который с использованием Интернета может посещать музеи, улицы и площади. Программа строительства гостиниц или обустройства мест массового туризма не может быть реализована вне стыка с интеллектуальной транспортной системой города, логистических узлов и других сопутствующих программ.

Ниже перечислены основные свойства ГИС, влияющие на привлечение туристов:

- ГИС – хранилище пространственных данных, являющихся основой для формирования туристических атласов, схем, карт и 3D-моделей объектов и прилегающей местности.
- Функциональность ГИС и БД позволяет проводить многофакторный анализ и выявлять особенности туристических объектов, непосредственно влияющих на их привлекательность.
- Оценка средствами ГИС привлекательности будущего туристического объекта с учётом данных о местности, населении, степени развития инфраструктуры, криминальной и экологической ситуации.
- Наглядное отображение результатов анализа в виде графиков, диаграмм, привязанных к конкретной местности.
- Организация услуг регулярной поставки обновлённой и достоверной информации для актуализации баз данных туристических объектов.

Сложно переоценить роль ГИС для управления дорожной сетью. Она является основой для интеллектуальных транспортных систем (ИТС). Это есть “единое окно” на всех уровнях ИТС: от мобильных решений до ситуационно-аналитического центра. Основные задачи геоинформационных систем в данной области выглядят следующим образом:

- сбор детальной, с точной привязкой к местности информации о таких объектах дорожного хозяйства, как дорожное покрытие, знаки, мосты, освещение;
- транспортное моделирование, анализ транспортных сетей, планирование транспортных потоков;
- отображение оперативной дорожно-транспортной ситуации на 3D-цифровой карте города;
- диспетчеризация общественного транспорта и реагирование на аварии;
- определение местоположения объектов и трассировка;
- планирование и маршрутизация, в т.ч. между разными видами транспортных сетей;
- анализ происшествий;
- демографический анализ и изменение транспортных маршрутов;
- метеорологическое обеспечение, экологический мониторинг.

Ярким примером реализации интеллектуальной транспортной системы для автодорог является система, развернутая в Токио. Она базируется на десятках тысяч достаточно простых сенсоров, не очень большом количестве интеллектуальных видеокамер (порядка 400) и обеспечивает сбор информации с движущихся объектов и информирование водителей о ситуации впереди на дорогах, альтернативных маршрутах и т.д. В основе системы – большой вычислительный ресурс, объединённый с телекоммуникациями, и детальная дорожная ГИС.

ГИС также возможно применять и под землей. Вот примерный перечень информации, получаемый пассажирами метро из системы на базе ГИС:

- график движения поездов;
- пересадочные пункты;

• расстояния между станциями и для всей поездки;
• расстояния между станциями метро и прилегающими к ним достопримечательностями, зданиями, а также ресторанами, магазинами;
• номинальное время ожидания поезда;
• расположение парковочных терминалов;
• закрытые на ремонт станции и переходы;
• автобусные маршруты и маршруты других видов транспорта, связанных с метро.

Вызывает интерес и применяемая в западных странах концепция “гражданин как сенсор”. В данном разрезе ГИС-технологии используются для сбора данных от граждан в целях локализации информации для городского правительства о событиях в городе. Граждане могут сообщать о возникновении и местоположении широкого круга инцидентов, например: выбоины на дорогах, открытые крышки люков, появление граффити, ДТП, неправильно припаркованные автомобили, свалки мусора, и т.д. Данные от граждан поступают с помощью мобильных устройств и вэб-сайтов, анализируются с помощью ГИС, что позволяет выявить причину инцидента (например, данные о месте затопления позволяют определить неисправный водопровод или канализацию). Данный подход позволяет принимать более взвешенные решения, быстро решать текущие проблемы и предотвращать будущие, улучшить качество госуслуг, получить общую картину оперативной обстановки реального времени в случае ЧС, выявлять тенденции и закономерности возникновения проблем.

Такая технология предполагает обратную связь: ГИС позволяет гражданам проследить, как власти города реагируют на их сообщения; есть возможность быстрой организации опроса граждан – например, где необходимо проложить велосипедный маршрут, пешеходные дорожки и т.д. Таким образом, имеется возможность наглядно видеть мнение всех жителей района и всего города и получить чёткое представление, почему принимается то или иное решение. Стоит учесть и возможность быстрого информирования граждан в случае угрозы ЧС (с указанием рассчитанных маршрутов эвакуации, мест укрытия и т.д.).

Приоритетность внедрения технологий для «умного города» по материалам исследования, проведенного компанией Lockheed Martin Corporation в 2009 году, показана на рис. 5. Видно, что во всех выделенных категориях присутствуют геоинформационные системы (ГИС, GIS).

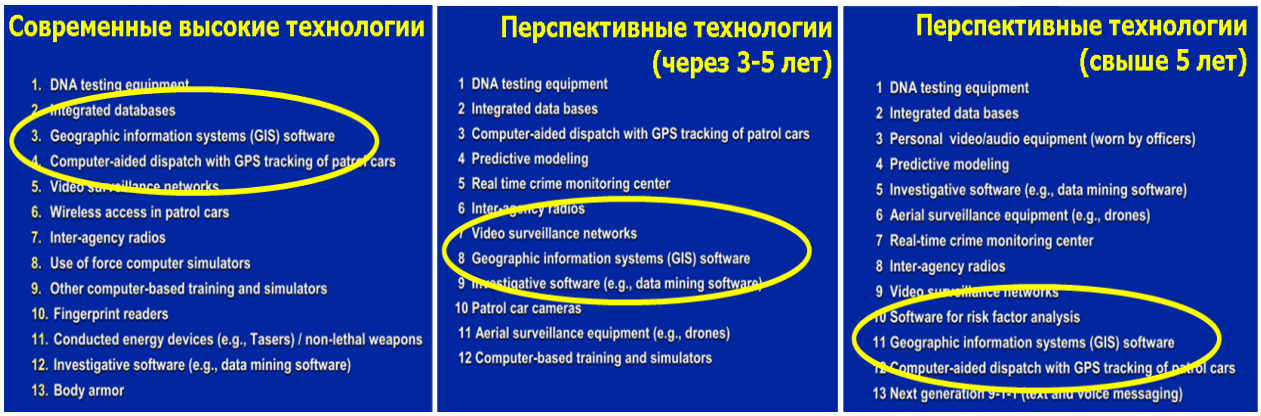


Рис. 5. Приоритетность внедрения технологий для «умного города»

В заключении, стоит также упомянуть и ряд других областей, где также могут быть использованы "smart"-технологии в интересах развития города: проектирование, моделирование, учёт и контроль состояния объектов городской инфраструктуры (в т.ч. подземной), ведение паспортов объектов; проектирование баз геоданных для городской инфраструктуры (с использованием моделей, разрабатываемых с помощью Esri); автоматизация управления выездными ремонтно-восстановительными бригадами; обеспечение безопасности городских объектов, в т.ч. при их ликвидации; “ситуационная осведомлённость” – визуализация общей картины оперативной обстановки в городе путём комбинации ГИС-слоёв с актуальными данными.

Как показала практика, так или иначе порядка 80% данных, необходимых для функционирования Smart City, связано с геоданными, то есть зависят от пространственного положения объекта. С этими данными лучше всего работать в среде ГИС. Архитектурно в Smart-

решениях компаний IBM и Esri, лидеров по разработке ГИС для Smart City, проводится простая идея. Объект, например, дорога – это имущество, которым нужно эффективно управлять (Maximo+ArcGIS), среда коммуникаций IPv6 (WebSphere+ArcGIS), плюс, АСУТП и SCADA других производителей, следующих той же архитектуре (Siemens, Schlumberger). Важной частью Smart-решений является экономика и впечатляющий ответ на вопрос, сколько денег сэкономит бизнес или потребитель, заказчик при их внедрении. При внедрении Smart-систем достигаются значительные финансово-экономические эффекты (10%-ная экономия), заданные KPI (КПЭ).

В таблице приведена оценка потенциального экономического эффекта от смарт-технологий в трлн. долларов США до 2025 г. (только в развитых странах) (отчёт McKinsey) [3].

Мобильный интернет	3.7 - 10.8 триллиона
Автоматизация рабочих знаний	5.2 - 6.7 триллиона
Интернет вещей	2.7 - 6.2 триллиона
Облачные решения	1.7 - 6.2 триллиона
Усовершенствование робототехники	1.7 - 4.5 триллиона
Автоматически управляемый транспорт	0.2 - 1.9 триллиона
Геномика нового поколения	0.7 - 1.6 триллиона
Хранение энергии	0.1 - 0.6 триллиона
3-D Печать	0.2 - 0.6 триллиона
Новые материалы	0.2 - 0.5 триллиона
Новые технологии добычи нефти и газа	0.1 - 0.5 триллиона
Возобновляемые источники энергии	0.2 - 0.3 триллиона

Как следствие из вышеприведенных фактов, применение ГИС и FM технологий при построении "Умного города" очень актуально и необходимо. Одним из примеров реализации данной концепции является построение Интеллектуальной транспортной системы (ИТС), подразумевающей оперативное управление всеми видами транспорта в реальном времени с возможностью быстрого устранения каких-либо неполадок. Главной составной частью является развитие и эффективное функционирование общественного транспорта и информирование общества актуальными данными. Реализацией проекта "Умный город" через "Умную остановку" является система "City Router" - технология навигации по общественному транспорту с использованием стратегической разработки, помощь которой заключается в навигации по городам и мегаполисам посредством установки интеллектуальных систем на каждой остановке общественного транспорта. Данный проект вписываться в общую концепцию построения "Умного Города" в Казахстане, создаваемого для EXPO-2017. Основным функционалом интеллектуальной системы является:

* Система показывает все номера маршрутов различных типов общественного транспорта для получения информации, как добраться с пункта отправления (пункт А) до пункта назначения (пункт В);

* Система показывает способы пересадки с одного транспорта на другой;

* Система предоставляет информацию о текущем местоположении конкретного общественного транспорта (GPS-трекинг);

* Система предоставляет функцию поиска по достопримечательностям г. Алматы и способам, как до них добраться кратчайшим путем;

* Система имеет голосовое сопровождение на трех языках (казахский, русский, и английский);

* Программное обеспечение предоставляет рекламную и новостную информацию;

* Система имеет функцию отображения информации по принципу "Что рядом?" (организации, банкоматы, рестораны и т.д.).

Рис 6. Основные составляющие "Умного города"

Проект интеллектуальной системы City Router является примером модернизации инфраструктуры, что является требованием при построении "Умного города". Живя в эпоху глобальной урбанизации, актуально понимание концепции города будущего, так как инфраструктура должна отвечать основным потребностям горожан, будь то безопасность, комфорт или же доступность к социальным услугам. "Умный город" представляет собой совокупность стратегических разработок, объединенных в унифицированную систему городского развития с принципиально новыми возможностями [4]. Современные разработки, как проект City Router, позволяют повышать экономическую эффективность, а также снижать нагрузку на окружающую среду, при этом обеспечивая комфортное проживание жителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куприяновский В.П., Синягов С.А. "Smart City: применение ГИС и FM технологий в реализации транспортной политики", 2012, "Геоинформационные системы для бизнеса и общества", 2 (61)

2. Волков С.А., Ангстрем, Лукичёв А.Ю. "Smart Grid: возможности ГИС и FM технологий в реализации требований "зеленых стандартов", 2012, "Геоинформационные системы для бизнеса и общества", 2 (61)

3. Куприяновский В.П., Мартынов Б.А., Корнильев К.Г. "Умная планета" - как это сделано?", 2014, "Геоинформационные системы для бизнеса и общества", 1 (68)

4. "Смарт сити: модернизация инфраструктуры", Vonlanthen Group, 2014, smart-city.org/img/SMART_CITY_AGENDA_RUS.pdf

REFERENCES

1. Kupriyanovsky V.P., Sinyagov S.A., "Smart City: application of GIS and FM technologies in the implementation of transport policy," 2012, "Geographic information systems for business and society," 2 (61)

2. Volkov S.A., Angstrom, Lukichev A.Y., "Smart Grid: GIS and FM technologies in the implementation of the requirements of" green standards, "2012," Geographic information systems for business and society, "2 (61)

3. Kupriyanovsky V.P. Martynov B.A., Cornelius K.G., "Smart Planet" - how is it done? ", 2014," Geographic information systems for business and society, "1 (68)

4. "Smart City: modernization of infrastructure", Vonlanthen Group, 2014, smart-city.org/img/SMART_CITY_AGENDA_RUS.pdf

Хамитов А. Н.

Smart City: «ақылды қала» салу үшін АКТ қолдану және қала маршрутизатор арқылы жобаны практикалық іске асыру үлгісі

Түіндеме. Бұл жұмыс қалалық дамуының жаңа тұжырымдамасын іске асыру, сондай-а «ақылды қала» құрылыс бірнеше мәселелеріне арналған. Біз «ақылды» қалалардың негізгі анықтамасын, сондай-ақ «ақыл» басқару және сәулет жалпы схемасын қарастыру. Бұл мақалада автор «ақылды қала», олардың тиімділігі мен ықтимал пайдалану құрылысына геоақпараттық жүйелерді және FM технологияларды нақты өтініш қарастырады. «Зияткерлік даму» және қаланың инфрақұрылымын жаңғырту құрылысы практикалық іске асыру технологиясы Қала маршрутизатордың үлгісі болып табылады.

Негізгі сөздер: «ақылды қала», зерделеу, Smart City, ГИС, FM технологиясы

Khamitov A. N.

Smart city: use of ICT in the process of building "Smart city" and its practical implementation based on City Router project

Summary: This work is devoted to several issues of building a "smart city" as the implementation of a new urban development concept. The author considers the basic definition of "smart cities" as well as the general scheme of "intellectualization" management and architecture. In this article, the author demonstrates the specific application of geographic information systems and FM technologies in the construction of "smart city", their effectiveness, and possible use. The practical implementation of city's intellectual development and infrastructure modernization is also presented based on the developed technology called City Router.

Key words: "smart city", intellectualization, GIS, FM technologies

УДК 656.212.6; 621.01; 539.3; 539.62

Б.К. Нурахметов[1], К.З. Сартаев[2], Ж.М. Мырзагельдиева[1], Е.Л. Нуспеков[2], С.Ж. Карипбаев[3], А.А. Абеуова[2]

([1]АО «Алматинский технологический университет», Казахстан, Алматы
[2]АО «Екибастузский инженерно-технический институт им. К.И. Сатпаева», Казахстан, Екибастуз
[3]АО «Академия гражданской авиации», Казахстан, Алматы
zhanat_atu@mail.ru)

КИНЕМАТИКА ПОДШИПНИКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО МАНИПУЛЯТОРА С ШАРОВЫМИ УЗЛАМИ

Аннотация. Используя гипотезу ведущего (управляющего) кольца, относительно которого верчение шарика отсутствует, и шарик тесно прилегает, исследуется кинематика шарикоподшипника сферической кинематической пары параллельного манипулятора. Необходимость верчения шарика хотя бы относительно одной из дорожек качения следует из уравнения кинематики шарика, при ненулевом значении угла контакта. При изучении кинематики шариков исключаются из рассмотрения расчеты сепаратора и полагаются, что известны все необходимые геометрические характеристики подшипника, а также угловая скорость внешней поверхности, а скорость внутренней поверхности отсутствует. Поэтому задача кинематики сводится к определению соотношений между этими известными величинами и неизвестными угловыми скоростями шариков. Ведущим является наружное кольцо. При известной угловой скорости внутреннего кольца и при равенстве нулю угловой скорости внешнего кольца, были определены угловые скорости шариков и сепаратора для неидеальных подшипников качения при центрировании сепараторов по опорным поверхностям. Получено условие отсутствия скольжения шариков по опорным элементам.

Ключевые слова. Сферический шарикоподшипник, угол контакта, кинематика, предварительный натяг, угловая скорость.

Подшипники качения представляют собой основной тип опор для вращающихся деталей машин, приборов, различных механических устройств и систем. Помимо роликовых подшипников, в настоящее время шариковые подшипники также находят применение в большем числе приборов и устройств, кинематических парах механизмов и манипуляторов.

Шаровой подвес, имеющий две опорные поверхности с шариками между ними, обеспечивает внешней поверхности относительно корпуса объекта три степени свободы, но основным недостатком является то, что внешняя поверхность имеет небольшие углы прокачки.

Задачи кинематики для шарикоподшипников рассматриваются в работах [1-2].

В высокочувствительных подшипниках или при значительных внешних нагрузках кинематику подшипников можно рассматривать без учета динамических факторов.

Для упрощения кинематики шарикоподшипников можно воспользоваться различными гипотезами. При расчетах шарикоподшипников часто используют гипотезу ведущего кольца. Чем больше скорость кольца подшипника, тем значительно меньше становится верчение шариков на одном из контактов, чем на другом.

При изучении кинематики шариков будем исключать из рассмотрения расчеты сепаратора и полагать, что известны все необходимые геометрические характеристики подшипника, а также угловая скорость внешней поверхности, а скорость внутренней поверхности отсутствует. Поэтому задача кинематики сводится к определению соотношений между этими известными величинами и неизвестными угловыми скоростями шариков. Ведущим является наружное кольцо.

Приступим к определению угловых скоростей элементов шарикоподшипника. При отсутствии скольжения шариков относительно опорных элементов, скорости их точек касания равны и выражаются следующим образом

$$[\boldsymbol{\Omega}_x, \boldsymbol{O}_x\boldsymbol{A}_i] - \boldsymbol{V}_{oi} = [\boldsymbol{\omega}_ш, \boldsymbol{O}_i\boldsymbol{A}_i],$$

$$[\boldsymbol{\omega}_o, \boldsymbol{O}_x\boldsymbol{B}_i] = \boldsymbol{V}_{oi} + [\boldsymbol{\omega}_ш, \boldsymbol{O}_i\boldsymbol{B}_i], \quad (1)$$

$$\boldsymbol{V}_{oi} = [(\boldsymbol{\Omega}_x + \Delta\boldsymbol{\omega}), \boldsymbol{O}_x\boldsymbol{O}_i], (i = 1, \cdots, N)$$

где N - число шариков в одном сепараторе, $\boldsymbol{V}_{oi}$ – скорость центра масс i - го шарика, $\boldsymbol{\Omega}_x$ – абсолютная угловая скорость несущего опорного элемента (ротора), $\boldsymbol{\omega}_ш$ - абсолютная угловая скорость шарика, $\boldsymbol{\omega}_o$ - абсолютная угловая скорость опорного элемента (статора), $\Delta\boldsymbol{\omega}$ - отличие угловой скорости сепаратора от угловой скорости ротора, $\boldsymbol{O}_i$ - центр i – го шарика, $\boldsymbol{A}_i$ - точка контакта i – го шарика с наружным кольцом, $\boldsymbol{B}_i$ - точка контакта шарика с внутренним кольцом, $\boldsymbol{O}_x$ - геометрический центр ротора.

Введем единичный вектор $\boldsymbol{e}_i^*$ оси, перпендикулярной поверхностям контакта и связанной с i – м шариком комплекта. Радиусы-вектора запишем следующим образом

$$\boldsymbol{O}_x\boldsymbol{A}_i = (R + r_ш)\boldsymbol{e}_i^*, \boldsymbol{O}_i\boldsymbol{A}_i = r_ш\boldsymbol{e}_i^*, \boldsymbol{O}_x\boldsymbol{B}_i = (R - r_ш)\boldsymbol{e}_i^*,$$

$$\boldsymbol{O}_i\boldsymbol{B}_i = -\boldsymbol{O}_i\boldsymbol{A}_i = -r_ш\boldsymbol{e}_i^*, \boldsymbol{O}_x\boldsymbol{O}_i = R\boldsymbol{e}_i^*, \quad (2)$$

где $r_ш$ - радиус шарика, R – средний радиус колец.

Если учитываем выражения (2), то условия (1) после сложения полученных первых двух уравнений принимают вид

$$\left[\left((R + r_ш)\boldsymbol{\Omega}_x + (R - r_ш)\boldsymbol{\omega}_o\right), \boldsymbol{e}_i^*\right] = 2R[(\boldsymbol{\Omega}_x + \Delta\boldsymbol{\omega}), \boldsymbol{e}_i^*]. \quad (3)$$

Из уравнений (3) найдем угловую скорость сепаратора относительно опорного элемента

$$\Delta\boldsymbol{\omega} = (R - r_ш)(\boldsymbol{\omega}_o - \boldsymbol{\Omega}_x)/2R. \quad (4)$$

Если считать, что радиус шарика намного меньше чем радиусы колец, то отличие угловой скорости сепаратора от скорости внутреннего кольца будет представлено следующим образом

$$\Delta\boldsymbol{\omega} = 0.5(\boldsymbol{\omega}_o - \boldsymbol{\Omega}_x). \quad (5)$$

Рассмотрим случай, когда абсолютная угловая скорость опорного элемента равна нулю, тогда уравнение (4) принимает вид

$$\Delta\boldsymbol{\omega} = -r_c\boldsymbol{\Omega}_x/(r_c + R_x) \quad (6)$$

и является условием отсутствия скольжения шариков по опорным элементам. Здесь r_c - радиус статора, R_x - радиус ротора.

Абсолютная угловая скорость сепаратора равна

$$\boldsymbol{\omega}_{сеп} = \boldsymbol{\Omega}_x + \Delta\boldsymbol{\omega} = \boldsymbol{\Omega}_x(r_c + 2r_ш)/2(r_c + r_ш) = R_x\boldsymbol{\Omega}_x/2R. \quad (7)$$

При отсутствии проскальзывания на внутреннем кольце относительная угловая скорость шарика при равенстве нулю угловой скорости опорного элемента $\boldsymbol{\omega}_o$ определяется из (1) и (2)

$$\boldsymbol{\omega}_ш = (R + r_ш)\boldsymbol{\Omega}_x/2r_ш = R_x\boldsymbol{\Omega}_x/2r_ш. \quad (8)$$

Относительную угловую скорость шарика на наружном кольце при отсутствии проскальзывания представим в виде

$$\omega_{ш} - \Omega_x = r_c \Omega_x / 2r_{ш}. \quad (9)$$

Умножая выражение (8) скалярно на нормаль внутреннего кольца $n_x^{(e)}$, проведенного в местах контакта шарика и колец, найдем угловую скорость верчения шарика относительно внутреннее сферы кинематической пары манипулятора

$$\omega_c^x = R_x \left(\Omega_x, n_x^{(e)}\right) / 2r_{ш}, \quad (10)$$

а угловая скорость верчения шарика относительно наружного кольца имеет вид

$$\omega_x^x = R_x \left(\Omega_x, n_x^{(e)}\right) / 2r_{ш} - \left(\Omega_x, n_x^{(e)}\right) = r_c \left(\Omega_x, n_x^{(e)}\right) / 2r_{ш}. \quad (11)$$

Определим направление единичного вектора угловой скорости верчения шарика в обоих комплектах при расположении сепараторов по внутреннему кольцу

$$sign\left(\Omega_x, n_x^{(e)}\right) = sign(\Omega_{1x} n_{1x} + \Omega_{2x} n_{2x} + \Omega_{2x} n_{2x}). \quad (12)$$

С внешним кольцом жестко связан неподвижный правый ортогональный трехгранник ξ. Трехгранник z^* жестко связан с внутренним кольцом и направлен по вектору момента количества движения оси симметрии внутренней сферы кинематической пары.

Трехгранник z^* получается из трехгранника ξ двумя последовательными поворотами: поворотом на угол σ вокруг оси ξ_2 и поворотом на угол δ вокруг второй оси промежуточного трехгранника ξ_2^*:

$$\xi_1 \xi_2 \xi_3 \frac{\sigma}{\xi_2} \rightarrow \xi_1^* \xi_2^* \xi_3^* \frac{\delta}{\xi_2^*} \rightarrow z_1^* z_2^* z_3^*. \quad (13)$$

Матрицу ориентации трехгранника ξ относительно трехгранника z^* обозначим через $S_{\xi x}$:

$$\begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \end{bmatrix} = S_{\xi x} \begin{bmatrix} z_1^* \\ z_2^* \\ z_3^* \end{bmatrix}, \quad (14)$$

где $S_{\xi x} = \begin{bmatrix} \cos\sigma\cos\delta & -\sin\sigma & \cos\sigma\sin\delta \\ \sin\sigma\cos\delta & \cos\sigma & \sin\sigma\sin\delta \\ -\sin\delta & 0 & \cos\delta \end{bmatrix}$.

Обычно уравнения поверхности внутреннего и внешнего колец задаются в сферических координатах.

Единичный вектор внешней нормали к поверхности внутреннего кольца $n_x^{(e)}$ в осях системы координат $Ox_1x_2x_3$, с началом в его центре масс и осями, направленными по его главным осям инерции, имеет проекции в сферических координатах

$$n_{1x} = \sin\upsilon_x \cos\psi_x, n_{2x} = \sin\upsilon_x \sin\psi_x, n_{3x} = \cos\upsilon_x. \quad (15)$$

В формуле (12) через Ω_{1x}, Ω_{2x}, Ω_{3x} обозначены проекции абсолютной угловой скорости внутреннего кольца на оси трехгранника x; υ_x, ψ_x в (15) – углы, определяющие положение комплектов шариков относительно оси его динамической симметрии Ox_3.

Значения Ω_{1x}, Ω_{2x}, Ω_{3x} определим из матрицы преобразования

$$\begin{bmatrix} \Omega_{1x} \\ \Omega_{2x} \\ \Omega_{3x} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\varphi^*\cos\delta & \sin\varphi^* & -\cos\varphi^*\sin\delta \\ -\sin\varphi^*\cos\delta & \cos\varphi^* & \sin\varphi^*\sin\delta \\ \sin\delta & 0 & \cos\delta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{\sigma} \end{bmatrix} + \\ + \begin{bmatrix} \cos\varphi^* & \sin\varphi^* & 0 \\ -\sin\varphi^* & \cos\varphi^* & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \dot{\delta} \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \omega \end{bmatrix}, \quad (16)$$

т.е. $\Omega_{1x} = -\cos\varphi^* \dot{\sigma}\sin\delta + \dot{\delta}\sin\varphi^*$, $\Omega_{2x} = \dot{\sigma}\sin\varphi^* \sin\delta + \dot{\delta}\cos\varphi^*$, $\Omega_{3x} = \dot{\sigma}\cos\delta + \omega$,

где ω - угловая скорость собственного вращения внутреннего кольца.

При получении формулы (16) были использованы следующие последовательности поворотов

$$\xi_1\xi_2\xi_3\frac{\sigma}{\xi_2}\to\xi_1^*\xi_2^*\xi_3^*\frac{\delta}{\xi_2^*}\to z_1^*z_2^*z_3^*\frac{\varphi^*}{z_3^*}\to x_1x_2x_3, \tag{17}$$

где $\xi_1^*\xi_2^*\xi_3^*$ - промежуточная система координат.

Для левого комплекта шариков

$$sign\left(\boldsymbol{\Omega}_x,\boldsymbol{n}_x^{(e)}\right)=1, \tag{18}$$

так как $\left(\boldsymbol{\Omega}_x,\boldsymbol{n}_x^{(e)}\right)=\dot{\delta}(n_{1x}\sin\varphi^*+n_{2x}\cos\varphi^*)+(\dot{\sigma}\cos\delta+\omega)n_{3x}=$

$$=\dot{\delta}\sin\upsilon_x\sin(\varphi^*+\varphi_x)+(\dot{\sigma}\cos\delta+\omega)\cos\upsilon_x>0. \tag{19}$$

Учтены только члены первого порядка малости по $\dot{\sigma},\sigma,\dot{\delta},\delta$. Для правого комплекта шариков

$$sign\left(\boldsymbol{\Omega}_x,\boldsymbol{n}_x^{(e)}\right)=-1, \tag{20}$$

так как

$$\left(\boldsymbol{\Omega}_x,\boldsymbol{n}_x^{(e)}\right)=\dot{\delta}\sin\upsilon_x\sin(\varphi^*+\varphi_x)-(\dot{\sigma}\cos\delta+\omega)\cos\upsilon_x<0. \tag{21}$$

При центрировании сепараторов по внешнему кольцу шарикоподшипника угловые скорости верчения шарика относительно внутреннего кольца представляются следующим образом

$$\boldsymbol{\omega}_c^c=R_x\left(\boldsymbol{\Omega}_x,\boldsymbol{n}_\xi^{(e)}\right)/2r_{ш}, \tag{22}$$

а угловая скорость верчения шарика относительно наружного кольца имеет вид

$$\boldsymbol{\omega}_x^c=R_x\left(\boldsymbol{\Omega}_x,\boldsymbol{n}_\xi^{(e)}\right)/2r_{ш}-\left(\boldsymbol{\Omega}_x,\boldsymbol{n}_\xi^{(e)}\right)=r_c\left(\boldsymbol{\Omega}_x,\boldsymbol{n}_\xi^{(e)}\right)/2r_{ш}. \tag{23}$$

Определим направление единичного вектора угловой скорости верчения шарика в обоих комплектах при расположении сепараторов на внешнем кольце

$$sign\left(\boldsymbol{\Omega}_x,\boldsymbol{n}_\xi^{(e)}\right)=sign\left(\Omega_{1\xi}n_{1\xi}+\Omega_{2\xi}n_{2\xi}+\Omega_{3\xi}n_{3\xi}\right). \tag{24}$$

Здесь $\Omega_{1\xi}$, $\Omega_{2\xi}$, $\Omega_{3\xi}$ - проекции абсолютной угловой скорости внутреннего кольца на оси трехгранника ξ; $n_{1\xi}$, $n_{2\xi}$, $n_{3\xi}$ - проекции единичного вектора нормали $\boldsymbol{n}_\xi^{(e)}$ внешнего кольца на оси трехгранника ξ, которые определяются следующим образом

$$n_{1\xi}=\sin\upsilon_\xi\cos\varphi_\xi, n_{2\xi}=\sin\upsilon_\xi\sin\varphi_\xi, n_{3\xi}=\cos\upsilon_\xi, \tag{25}$$

где υ_ξ, φ_ξ - углы, определяющие положения комплектов шариков относительно оси симметрии внешнего кольца.

Определим значения $\Omega_{1\xi}$, $\Omega_{2\xi}$, $\Omega_{3\xi}$

$$\Omega_{1\xi}=\dot{\upsilon}\sin\delta-\dot{\delta}\sin\varphi^*,\ \Omega_{2\xi}=\dot{\delta}\cos\varphi^*,\ \Omega_{3\xi}=\dot{\sigma}\cos\delta+\omega. \tag{26}$$

Для левого комплекта шариков

$$sign\left(\boldsymbol{\Omega}_x,\boldsymbol{n}_\xi^{(e)}\right)=1, \tag{27}$$

для правого комплекта шариков

$$sign\left(\boldsymbol{\Omega}_x,\boldsymbol{n}_\xi^{(e)}\right)=-1. \tag{28}$$

Вектор абсолютной угловой скорости качения шариков при центрировании сепараторов по внешнему кольцу представим в виде

$$\boldsymbol{\Omega}_c^k=-(R_x/2r_{ш})\left[\boldsymbol{n}_\xi^{(e)},\left[\boldsymbol{n}_\xi^{(e)},\boldsymbol{\Omega}_x\right]\right]. \tag{29}$$

Модуль этой скорости запишется в виде

$$\left\|\left[\boldsymbol{n}_\xi^{(e)},\left[\boldsymbol{n}_\xi^{(e)},\boldsymbol{\Omega}_x\right]\right]\right\|=\left(\Omega_\xi^2-\left(\boldsymbol{n}_\xi^{(e)},\boldsymbol{\Omega}_x\right)^2\right)^{1/2}, \tag{30}$$

где Ω_ξ – модуль абсолютной угловой скорости внутреннего кольца на осях внешней сферы; $n_\xi^{(e)}$ - внешняя нормаль, проведенная к поверхности внешнего кольца.

Вектор абсолютной угловой скорости качения перепишем в разложении по декартовому прямоугольному базису i_1, i_2, i_3

$$\Omega^k = -(R_x/2r_ш)\left\{\left[n_{1\xi}\left(n_\xi^{(e)}, \Omega_x\right) - \Omega_{1\xi}\right] i_1 + \left[n_{2\xi}\left(n_\xi^{(e)}, \Omega_x\right) - \Omega_{2\xi}\right] i_2 + \left[n_{3\xi}\left(n_\xi^{(e)}, \Omega_x\right) - \Omega_{3\xi}\right] i_3\right\} \quad (31)$$

Здесь $\Omega_{1\xi}$, $\Omega_{2\xi}$, $\Omega_{3\xi}$ - проекции абсолютной угловой скорости внутреннего кольца Ω_x на оси внешнего кольца; i_1, i_2, i_3 – единичные векторы трехгранника ξ, связанного с внешней сферой кинематической пары.

Вектор абсолютной угловой скорости качения внутреннего кольца при центрировании сепараторов по нему представим в виде

$$\Omega_x^k = -(r_c/2r_ш)\left[n_x^{(e)}, \left[n_x^{(e)}, \Omega_x\right]\right], \quad (32)$$

где Ω_x^k - абсолютная угловая скорость качения внутреннего кольца; $n_x^{(e)}$ - внешняя нормаль, проведенная к поверхности внутреннего кольца.

Модуль этой скорости запишется в виде

$$\left\|\left[n_x^{(e)}, \left[n_x^{(e)}, \Omega_x\right]\right]\right\| = \left(\Omega_x^2 - \left(n_x^{(e)}, \Omega_x\right)^2\right)^{1/2}. \quad (33)$$

Вектор абсолютной угловой скорости качения перепишем в виде

$$\Omega_x^k = -(r_c/2r_ш)\left\{\left[n_{1x}\left(n_x^{(e)}, \Omega_x\right) - \Omega_{1x}\right] e_1 + \left[n_{2x}\left(n_x^{(e)}, \Omega_x\right) - \Omega_{2x}\right] e_2 + \left[n_{3x}\left(n_x^{(e)}, \Omega_x\right) - \Omega_{3x}\right] e_3\right\} \quad (34)$$

где e_1, e_2, e_3 - единичные векторы трехгранника x, жестко связанного с внутренним кольцом.

Определим модуль абсолютной угловой скорости качения при центрировании сепараторов по внешнему кольцу

$$\Omega_x^c = -(R_x/2r_ш)\int\left[d\varphi_\xi/\left(\Omega_\xi^2 - \left(n_\xi^{(e)}, \Omega_x\right)^2\right)^{1/2}\right] = -(R_x/r_ш)\int\left\{d\varphi_\xi/\left[1 - 2\left(\left(\Omega_{1\xi}^x\right)^2 + \left(\Omega_{2\xi}^x\right)^2\right)^{1/2}\sin^2\varphi_\xi/\left(\Omega_{3\xi}^x(1-\mu_1^2) + 2\left(\left(\Omega_{1\xi}^x\right)^2 + \left(\Omega_{2\xi}^x\right)^2\right)^{1/2}\right)\right]\right\}/\left[\Omega_{3\xi}^x\left(\Omega_{3\xi}^x(1-\mu_1^2) + 2\left(\left(\Omega_{1\xi}^x\right)^2 + \left(\Omega_{2\xi}^x\right)^2\right)^{1/2}\right)\right] \quad (35)$$

Введя обозначение

$$4\left(\Omega_{1\xi}^x + \Omega_{2\xi}^x\right)^{1/2}/\left(\Omega_{3\xi}^x(1-\mu_1^2) + 2\left(\Omega_{1\xi}^x + \Omega_{2\xi}^x\right)^{1/2}\right) - k_0^2, \quad (36)$$

получим

$$\Omega_x^c = -(R_x/2r_ш)F_*(2\pi, k_0) = -2(R_x/r_ш)F_*(\pi/2, k_0) = -2(R_x/r_ш)K_* \cong \cong -(R_x/r_ш)\pi(1 + 0.25k_0^2) \quad (37)$$

Для нижней полуплоскости комплекты шариков имеем

$$sign(\Omega_x^k) = 1, \quad (38)$$

а для верхней полуплоскости комплекты шариков:

$$sign(\Omega_x^k) = -1. \quad (39)$$

Выводы. При известной угловой скорости внутреннего кольца и при равенстве нулю угловой скорости внешнего кольца, были определены угловые скорости шариков и сепаратора для неидеальных сферических шарикоподшипников при центрировании сепараторов по внутренней и внешней поверхности шаровой кинематической пары манипулятора. Получено условие отсутствия

скольжения шариков по опорным элементам сферической кинематической пары параллельного манипулятора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев М.П. Расчет высокоточных подшипников. – Медиа, 2012. – 300 с.
2. Перель Л.Я. Подшипники качения. Расчет, проектирование и обслуживание опор. Справочник, – М.: Машиностроение, 1988. – 544 с.

REFERENCES

1. Kovalev M.P. Raschet vysokotochnykh podshipnikov. – Medya, 2012. – 300 s.
2. Perel L.Ya. Podshipniki kacheniya. Raschet, proektirovanie i obsluzhivanie opor. Spravochnik, – M.: Mashinostroenie, 1988. – 544 s.

Нұрахметов Б.Қ., Сартаев Қ.З., Мырзагельдиева Ж.М., Нуспеков Е.Л., Карипбаев С.Ж., Абеуова А.А.

Шарлы кинематикалық жұпты параллель манипулятор подшипнигінің кинематикасы

Резюме. Сепараторлар манипулятордың шарлық кинематикалық жұптарының ішкі және сыртқы беттеріне тартылғанда, ішкі сақинаның бұрыштық жылдамдығы белгілі болғанда және сыртқы сақинаның бұрыштық жылдамдығы нөлге тең болғанда, идеал емес сфералық шарикті подшипник үшін шариктер мен сепараторлардың бұрыштық жылдамдықтары анықталды. Шариктердің параллель манипулятордың сфералық кинематикалық жұптарының тіреулік элементтерімен сырғанауы болмайтын шарты алынды.

Түйінді сөздер. Сфералы шарикті подшипник, түйісу бұрышы, кинематика, алдын-ала тарту, бұрыштық жылдамдық

Nurakhmetov B.K., Sartayev K.Z., Myrzageldiyeva Zh.M., Nuspekov E.L., Karipbayev S.Zh., Abeyova A.A.

Kinematics of bearing of parallel manipulator with ball knots

Resume. Assuming the known angulator of internal ring and zero value of angulators of marbles separator, the angular velocity of the ball and a separator for non-ideal spherical bearings in the centering of the separators on the inner and the outer surface of the spherical kinematic pair manipulator is estimated. The condition of absence of skidding of marbles of supporting elements of spherical kinematics pair of parallel manipulator is attained.

Key words. Spherical ball-bearing, corner of contact, kinematics, preliminary натяг, angulator.

УДК 004.386

А.Т. Бектемирова
(Международный университет информационных технологий
Алматы, Республика Казахстан, aigerim1991@gmail.com)

COMPARATIVE ANALYSIS OF AMBIENT ASSISTED LIVING SYSTEM WITH PHOTOPLETISMOGRAPHY SENSOR, SAMSUNG GEAR AND APPLE WATCHES

Abstract. This article provides the comparative review to the systems using common principles of the latest data mining methods and algorithms in health monitoring systems. One of such systems are used to analyze data from wearable sensors used for physiological monitoring in healthcare services, because the important aspect of study in health monitoring system is how the data is treated and processed.

In the recent, we can observe the global healthcare services provided by smart watches, including wearable sensors. The importance of development of smart watches, wearable sensors, its architecture, data mining and processing increases rapidly. Because of trends in the selection of the data processing methods, we have to clarify the data mining and pattern recognition methods used in the literature for applications involving wearable sensing technologies.

Key words: ambient assisted living system, smart watch, photopletismography sensor, Samsung Gear, Apple Watch, PPG.

There is the growth trend of smart watches and wearable technology. Leading IT companies, such as Apple and Samsung, presented their researches in this area: new models of smart watches – Samsung Gear and Apple Watch. The following figure shows Samsung Gear 2 Neo on the left side and Apple Watch on the right side. (Figure 1)

Figure 1. Samsung Gear 2 Neo on the left side and Apple Watch on the right side

Due to the presence of heart rate sensor in Samsung Gear and Apple Watch, they constitute an alternative version of ambient assisted living system, included photopletysmography sensor.

Photoplethysmography is a medical device used for an optical determination of blood volume changes. In this case, we need to get the pulsation rate of the heart. Because of that, there is no need to measure the relative volume, i.e. the amplitude or shape of the signal can be skipped: only time is important measurement.

Photoplethysmography is an optical measurement technique that can be used to detect blood volume changes in the micro vascular bed of tissue. It has widespread clinical application, with the technology utilized in commercially available medical devices, for example in pulse oximeters, vascular diagnostics and digital beat-to-beat blood pressure measurement systems. The basic form of PPG technology requires only a few opto-electronic components: a light source to illuminate the tissue (e.g. skin), and a photodetector to measure the small variations in light intensity associated with changes in perfusion in the catchment volume. PPG is most often employed non-invasively and operates at a red or a near infrared wavelength. The interaction of light with biological tissue is complex and includes the optical processes of (multiple) scattering, absorption, reflection, transmission and fluorescence. There some factors that can affect the amount of light received by the photo detector: the blood volume, blood vessel wall movement and the orientation of red blood cells (RBC). PPG sensors often utilize low cost semiconductor technology with LED and matched photo detector devices working at the red and/or near infrared wavelengths. LEDs convert electrical energy into light energy and have a narrow single bandwidth (typically 50 nm). They are compact, have a very long operating life (>105h), operate over a wide temperature range with small shifts in the peak-emitted wavelength, and are mechanically robust and reliable. The averaged intensity of the LED should be constant and preferably be sufficiently low to minimize excessive local tissue heating and also reduce the risk of a non-ionizing radiation hazard. The choice of photo detector is also important. Its spectral characteristics are chosen to match that of the light source. A photo detector converts light energy into an electrical current. They are compact, low-cost, sensitive, and have fast response times. Near infrared devices can be encased with daylight filters. The photo detector connects to low noise electronic circuitry that includes a Trans impedance amplifier and filtering circuitry. A high pass filter reduces the size of the dominant DC component and enables the pulsatile AC component to be boosted to a nominal 1 V peak-to-peak level. Filtering circuitry is needed to remove the unwanted higher frequency noise such as electrical pick up from (50 Hz) mains electricity frequency interference.

A smartwatch is a computerized wristwatch with functionality that is enhanced beyond timekeeping. While early models can perform basic tasks, such as calculations, translations, and game-playing, modern smartwatches are effectively wearable computers. Many smartwatches run mobile apps, while a smaller number of models run a mobile operating system and function as portable media players, offering playback of FM radio, audio, and video files to the user via a Bluetooth headset. Some smartwatches models, also called 'watch phones', feature full mobile phone capability, and can make or answer phone calls.

One of the important characteristics of intelligent systems is the cost. The cost of AAL system with photopletysmography sensor is summarized by the cost of photopletysmography sensor – 4114 KZT, and Arduino Micro with Bluetooth HC-06 module and battery is 6500 KZT. Finally, the cost of the whole AAL system is 10614 KZT. This sum includes hardware part only.

The average market cost of Apple watch begins from 65263 KZT. The cost of Samsung Gear is 55913 KZT approximately.

Overall, we see that the cost of AAL system with photopletysmography sensor is the way lower than the cost of Apple and Samsung smart watches.

It is known that the systems' usability is one of most important requirements not only for AAL systems, but for all ICT systems generally. The assisted person must be able to use AAL systems with no difficulty.

The user interface of AAL system with photopletysmography sensor is developed especially for elderly customers. Consequently, it is as simple as possible. Another aspect is that not every elderly man is able to use mobile devices with ease. That is why there might be a need of help from assisted person represented by family member or caretaker.

The user interface of Samsung Gear smart watch looks just like smartphones and tablets: the top shows the battery charge, the bottom - frequently used applications. Touch screen makes it easy to select the application or use the scroll bar on the right. For those who already use a smartphone, it looks familiar.

The interface of Apple Watch differs from all other devices of the company. Application icons look the same. Navigation menu, scrolling application and zoom in / zoom out maps or images made with Digital Crown on the side. Touchscreen of Apple Watch is also the first of its kind: it distinguishes between pressing force, treating strong tap on the screen other than slight touch.

To sum up, the user interface of both smart watches might be a bit easier to use for elderly person, because the device is on the hand all the time. There is no need to put it on when it is necessary to make measurements.

AAL system with photopletysmography sensor is compatible with any device on Android Operating System.

Samsung Galaxy Gear smart watch is compatible with 20 Samsung mobile devices only:

- Samsung Galaxy Note 3 Neo;
- Samsung Galaxy S5;
- Samsung Galaxy Note 3 Neo;
- Samsung Galaxy Note 3;
- Samsung Galaxy S4;
- Samsung Galaxy S4 Mini;
- Samsung Galaxy S4 Active;
- Samsung Galaxy S4 Zoom;
- Samsung Galaxy Note II;
- Samsung Galaxy S3;
- Samsung Galaxy Grand 2;
- Samsung Galaxy Mega 6.3;
- Samsung Galaxy Mega 5.8.
- Samsung Galaxy Note 3;
- Samsung Galaxy S4;
- Samsung Galaxy S4 Mini;
- Samsung Galaxy S4 Active;
- Samsung Galaxy S4 Zoom;
- Samsung Galaxy Note II;
- Samsung Galaxy S3;
- Samsung Galaxy Grand 2;
- Samsung Galaxy Mega 6.3;
- Samsung Galaxy Mega 5.8.

Compatibility with other devices it the main weakness of Apple Watch: it depends on the iPhone. It means, that if you want to use Apple Watch, you have to have a model of the iPhone 5 or later. Apple Watch uses a proprietary features Connectivity and Handoff, to receive calls and push-notifications from any application in the ecosystem iOS.

According to this, we can conclude that AAL system with photopletysmography sensor is the most compatible and integrated system, comparing to smart watches of Samsung and Apple.

Conclusion. By providing the comparative analysis of AAL system with photopletysmography sensor, Samsung Gear and Apple Watch smart watches, we can see that in some aspects ambient assisted living system has weak points, such as usability, and in some requirements, there are more benefits of AAL system than Samsung Gear and Apple Watch smart watches.

If we compare cost of the system, development of AAL system with photopletysmography sensor is the cheapest versus Samsung Gear and Apple Watch smart watches, which average market cost is higher than 55913 KZT.

Looking to compatibility aspect, we see that Samsung Gear and Apple Watch smart watches are compatible with their own devices only. That factor makes these models not so flexible in use by customer and software developers.

REFERENCES

6. John Allen, Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement, Physiol. Meas. 28 (2007) R1–R39

7. Monegain B 2013 Telehealth in growth mode worldwide Healthcare IT News

8. Memon M, Wagner S, Pedersen C, Beevi F, Hansen F 2014 Ambient Assisted Living Healthcare Frameworks, Platforms, Standards, and Quality Attributes Sensors — Open Access Journal 4326

9. Wagner S, Buus N, Jespersen B, Ahrendt P, Bertelsen O, Toftegaard T 2013 Measurement adherence in the blood pressure self-measurement room Telemed. J. E Health, 19, 826–833.

10. Kim J, Boulos G, Yackovich J, Barth T, Beckel C, Mosse D 2012 Seamless integration of heterogeneous devices and access control in smart homes In Proceedings of the 8th International Conference on Intelligent Environments, Guanajuato, México, 26–28 June, 206–213.

Бектемирова А.Т.

Фотоплетизмограф сенсор ретінде AAL системаның және Samsung Gear, Apple Watch ақылды сағаттардың салыстырмалы талдау.

Түйіндеме. Бұл мақалда фотоплетизмограф сенсор ретінде AAL системаның және Samsung Gear, Apple Watch ақылды сағаттардың салыстырмалы талдау орналасады.

Түйінді сөздер: AAL системасы, ақылды сағат, сенсор фотоплетизмограф, Samsung Gear, Apple Watch, PPG.

Бектемирова А.Т.

Сравнительный анализ AAL системы на основе сенсора фотоплетизмографа с умными часами от Samsung Gear и Apple Watch.

Резюме. В статье дан сравнительный анализ AALсистемы для персонального монитиронига частоты сердечного ритма пациента на основе сенсора фотоплетизмографа с умными часами от Samsung Gearи Apple Watch.

Ключевые слова: AAL система, умные часы, сенсор фотоплетизмограф, Samsung Gear, Apple Watch, PPG.

УДК 681.2-5

Д.А. Нусупбекова, О. Даулетбекулы
(КазНТУ имени К.И. Сатбаева, Алматы, Республика Казахстан,
dina.nusupbekova@gmail.com)

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЖИГАНИЯ (РОЗЖИГА) КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ДВС И ЭКОНОМИИ МОТОРНОГО ТОПЛИВА

Аннотация. Рассматривается способ повышения энергоэффективности зажигания (розжига) камеры сгорания двигателя внутреннего сгорания, предотвращение образования токсичных выхлопных газов и снижения расхода топлива, путем повышения эффективности сжигаемого моторного топлива, с помощью применения вихревой паромеханической камеры[1], пароперегревателя, связанного с водяным баком и введением в трубопровод отходящих газов, дополнительного резонатора, для разложения токсичных компонентов и их последующего ввода обратно, в вихревую паромеханическую камеру и далее, в камеру сгорания двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, камера сгорания ДВС, пароперегреватель, топливо, резонатор, отходящие газы и компоненты.

В настоящее время в Республике Казахстан общее количество загрязнений колеблется в пределах 5-7 млн т, из них, на долю транспорта приходится более трети (более 80%) ежегодных объемов загрязнений в атмосферу.

В крупнейшем мегаполисе Казахстана, Алматы, ежегодное поступление загрязнений оценивается специалистами в 150-250 тыс. т., т.к. условия климата отличаются большой

повторяемостью штилей и слабых ветров, приземных инверсий температур и туманов, что приводит к аккумуляции в атмосфере вредных веществ.

При этом, нужно заметить:

- во-первых, основная деятельность автотранспорта сосредоточена в местах с высокой плотностью проживания населения;

- во-вторых, автомобили выбрасывают вредные вещества в самые нижние, приземные слои атмосферы, туда, где протекает основная жизнедеятельность человека и где условия для их рассеивания являются наихудшими;

- в-третьих, отработанные газы двигателей внутреннего сгорания (ОГ ДВС) содержат высококонцентрированные токсичные компоненты и время, в течение которого вредные вещества из ОГ ДВС естественным образом сохраняются в атмосфере, оценивается от десятка суток до полугода.

Наиболее распространенным подходом к решению экологических проблем заключается в улучшении конструкции существующих двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и в создании более совершенных энергосиловых установок нового типа.

Но не смотря на то, что ДВС постоянно совершенствуются, с использованием применения изменяемых фаз газораспределения, параметров впускного тракта для возможности работы двигателя на сверхобедненных смесях, с использованием био-топлива, газогенераторного или другого газа автотранспорт все равно остается основным источником загрязнения окружающей среды.

Но экология, это только один из моментов, рассматриваемой проблемы.

С другой стороны, темпы добычи мировой добычи нефти снизились. Цена на нефть опустилась к самому минимуму до 50 долларов за баррель. В нефтедобывающей промышленности, наступает кризис. Ведь подавляющее число продуктов химической индустрии: авиационные и ракетные топлива, корабельный мазут, всевозможные пластмассы, гидроизолирующие и антикоррозионные материалы, масла и смазки для машиностроения, лаки и краски, синтетические волокна, смолы и многого другого вырабатывается из природных углеводородов. И времени, чтобы сохранить в недрах хотя бы половину оставшихся запасов углеводородов, максимально воздерживаясь от их сжигания, осталось совсем мало.

Т.к. транспорт потребляет более трети всей добываемой в мире нефти и если учесть, что запасы углеводородного топлива в текущем столетии будут полностью исчерпаны, возникают проблемы энергосбережения существующих видов топлива и поиска альтернативных источников энергии.

Основными видами развития видов топлива для транспорта являются:

- современные бензиновые и дизельные топлива, с применением новых компонентов и добавок. Эти компоненты могут использоваться, как в составе базового топлива бензино-спиртовых смесей, водо-топливных эмульсий, смесей бензинов с высокооктановыми компонентами и других, так и в виде самостоятельных добавок, подаваемых в камеры сгорания ДВС с помощью автономных дозирующих устройств (добавок водорода, регулируемая подача высокооктановых продуктов, впрыск газообразных присадок и т.д.). Использование подобных композиций является логическим продолжением традиционного направления по повышению качества автомобильных и технико-экологических факторов и представляет собой лишь частичное решение проблемы;

- синтетические топлива и энергоносители, производимые на базе органических и неорганических компонентов техносферы. В будущем такие топлива, как водород и его носители биоэтанол и биодизель, станут неотъемлемыми элементами новой «чистой» энергетики, обеспечивающие аккумулирование и преобразование энергии нетрадиционными способами.

Проблема экономии топлива и снижения токсичности выхлопных газов ДВС весьма актуальна в мире, в связи с высокими ценами на топливо и низким КПД двигателей. Поэтому все «know-how», позволяющие решать данные задачи, а именно экономию углеводородного топлива автомобиля и одновременно повышение мощности ДВС востребованы рынком.

Рассмотрим несколько примеров предлагаемых разработок ДВС, позволяющих повысить КПД ДВС, экономию топлива, путем добавления водорода, озона и т.д.

Рассмотрим ДВС, содержащий цилиндр, в головке которого установлена свеча зажигания, воздуховпускной патрубок, с установленным в нем карбюратором, который снабженным поплавковой камерой, диффузором, источником электрического напряжения, первый полюс которого связан с электродом свечи зажигания, а второй - с головкой цилиндра, и систему питания водородом, подключенную к воздуховпускному патрубку [2] .

Конструкция данного двигателя предусматривает специальную подачу водорода в бензовоздушную смесь и не обеспечивает образование водорода в процессе работы двигателя, что снижает эффективность устройства.

Вторым примером можно рассмотреть двигатель внутреннего сгорания, содержащий топливный бак, водяной бак, цилиндр с поршнем, впускным и выпускным каналами, акустический излучатель и топливную аппаратуру [3].

Указанное устройство не позволяет значительно снизить расход топлива и исключить образование токсичных выхлопных газов.

Третьим примером можно рассмотреть применение резонатора «ДАНУС-Авто» [4].

Реализация способа и работа двигателя осуществляется следующим образом:

в основе устройства резонатора «ДАНУС-Авто», применяется частичное замещение углеводородного моторного топлива (до 50%) парами воды, на которые действуют резонансно–волновыми колебаниями, что приводит к диссоциации H_2O на водород и кислород. Теплотворная способность водорода в пять раз выше, чем у углеводородного топлива. Результатом горения водорода в камере сгорания ДВС является образование паров воды. Наличие последних приводит к снижению вредных выбросов и переводу ДВС в экологический чистый режим работы.

Отметим, что резонансно-волновое воздействие на пары воды приводит к их структуризации и только в камере сгорания они диссоциируются на водород и кислород. Это позволяет повысить безопасность процесса и самого устройства.

Созданный прототип активатора «ДАНУС - Авто» использующий в качестве частичного замещения топлива воду позволит резко уменьшить количество вредных выбросов в атмосферу и сократить потребление моторного топлива до 50%.

В резонаторе «ДАНУС-Авто» применяется небольшой электролизер. Его назначение аналогично мазутной подсветке в пылеугольных энергетических котлах, которая позволяет стабильно гореть факелу при сжигании угольной пыли. Электролизер работает в импульсном режиме, на выходе образуется газ, состоящий из молекул водорода и кислорода. Этот газ поступает в камеру сгорания и воспламеняется. Поступающие по трубопроводу в эту камеру структурированные молекулы водяного пара из основного корпуса резонатора «ДАНУС-Авто» мгновенно разлагаются на водород и кислород, и водород сгорает в высокотемпературной среде, образуя пары воды.

Технические параметры электролизера: напряжение питания реактора 12В, ток потребления при электролизе 0,8А, мощность потребления 9,6Вт. Электрический потенциал на электродах 200В, частота задающего генератора 10Гц – 300 кГц.

Как видно из технических характеристик электролизера, в отличие от известных и получивших распространение электролизеров, использующих большую величину электрического тока, применяемый импульсный электролизер потребляет всего 9,6 Вт, при токе 0,8А.

Использование электролизера в импульсном режиме с отмеченными характеристиками открывает широкую перспективу применения в различных устройствах, требующих экономию сжигаемого топлива.

На рис. 1. дана принципиальная схема приставки «Данус-Авто».

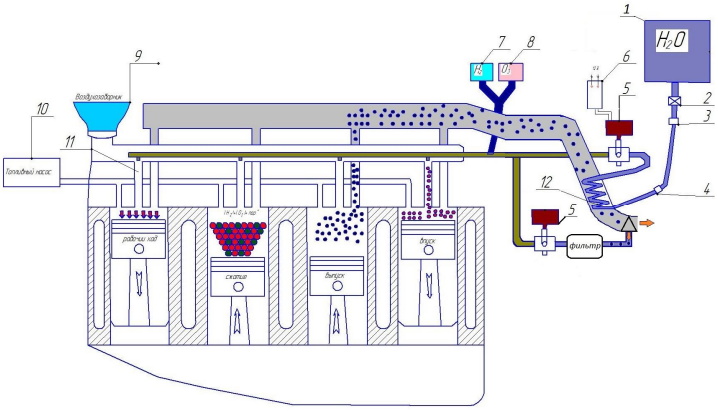


Рис.1. Принципиальная схема приставки ДАНУС-Авто

1 - бак водяной; 2- вентиль; 3-электромагнитный клапан; 4 – термоклапан; 12-пароперегреватель; 7- электролизер; 8- озонатор; 5 - крестовина; 6- генератор волновых колебаний; 11- впускной коллектор; 9- воздухозаборник.

Вода из бачка 1 поступает в пароперегреватель 12, через электромагнитный клапан 3 и термодатчик 4, установленный на температуре 100ºС. При достижении указанной температуры стенок пароперегревателя, сигнал от термодатчика поступает на электромагнитный клапан, который открывается, позволяя воде поступать в пароперегреватель.

Пароперегреватель установлен в выпускном коллекторе, и обдувается уходящими отработанными газами, утилизируя тепло.

Температура уходящих газов должна быть выше 140ºС, с тем, чтобы вода в пароперегревателе из жидкого состояний перешла в газообразное.

Затем пар поступает в резонатор 5, где обрабатывается волновыми (ультразвуковыми) колебаниями определенной частоты. В резонаторе, под действием резонансно-волновых колебаний должна происходить деструкция молекул воды на водород и кислород.

Т.к. процесс высокоскоростной, то времени на разрушение молекулы воды под действием волновых колебаний недостаточно, вода успевает только структурироваться [7]. Структурированные пары воды направляются в воздушный коллектор 11, туда же подаются молекулы водорода из электролизера 7 и озона из озонатора 8. Назначение электролизера и озонатора заключается в стабилизации горения обогащенной паро-воздушной смеси и топлива и увеличения температуры уходящих газов.

Топливо через топливную аппаратуру и обогащенную паро-воздушную смесь направляют в цилиндры двигателя внутреннего сгорания. Структурированные пары воды в камере сгорания цилиндра разрушаются на водород и кислород, интенсифицируя процесс горения и снижения вредных выбросов (механического и химического недожога).

Т.о. подбирая частоту внешнего воздействия равную частоте собственных колебаний молекул паров воды, т.е. обеспечивая условия резонанса, можно незначительными энергетическими затратам получать высококалорийное топливо, что способно значительно экономить углеводородное топливо (свыше 30%).

И, наконец, рассмотрим пример, бездымного двигателя внутреннего сгорания [8]. В отличие от ДВС с приставкой «Данус-Авто», бездымный двигатель отличается тем, что его энергоэффективность зажигания (розжиг) камеры сгорания ДВС, помогают значительно увеличить КПД двигателя, за счет полного сгорания топлива и его отходов, его КПД составляет около 80% .

ДВС представляет из себя устройство, использующее резонатор, топливную аппаратуру, пары воды, вихревую паромеханическую камеру, трубопровод отходящих газов, в который введен в дополнительный резонатор для разложения токсичных компонентов и их последующего ввода в вихревую паромеханическую камеру, что позволяет значительно повышать эффективность зажигания (розжиг) камеры сгорания ДВС и позволяет экономить углеводородное топливо, поскольку водород имеет в пять раз выше теплотворную способность.

Резонатор включает генератор волновых колебаний, ультразвуковой преобразователь радиоизлучателя или СВЧ - излучатель. Вихревая паромеханическая камера имеет тангенциальные каналы для подачи пара и топлива, и зубья, расположенные на внутренней стенке корпуса. Трубопровод отходящих газов контактирует с топливным баком, водяным баком и пароперегревателем. ДВС включает в себя узел водородно-озоновой подсветки для подачи водородно-озоновой смеси в воздуховод. Он снабжен дополнительным источником излучения для резонансно-волнового воздействия на воздух в воздуховоде. Установка вихревой паромеханической камеры, в которую подают тангенциально топливо и пар, обеспечивает распыление топлива паром и закручивание потока в виде вихря, проходящего вдоль внутренних стенок камеры, имеющих зубья. Зубья разбивают поток смеси топлива с паром на отдельные струи, которые завихряются у концов зубьев, что способствует эффективному диспергированию частиц топлива и образованию мелкодисперсной смеси топлива и пара.

Излучатель в вихревой камере генерирует ультразвуковое, радио или СВЧ - излучение, под действием которого происходит разложение молекул воды, содержащихся в паре, на водород и кислород. Распыленные частицы топлива обогащаются водородом. Одновременно под действием излучения происходит разложение тяжелых молекул углеводородного топлива на более простые с получением из парафина свободных радикалов, которые взаимодействуют с водородом, образуя молекулы светлых углеводородов. Таким образом, исходное топливо обогащается водородом, который сам по себе является ценным энергетическим компонентом, а также светлыми фракциями.

Введение трубопровода отходящих газов в дополнительный резонатор обеспечивает разложение токсичных компонентов газов под действием волновых колебаний. При этом происходит разложение оксидов углерода и недогоревших компонентов топлива. Это приводит к образованию новых топливных компонентов и обеспечивает бездымную работу двигателя.

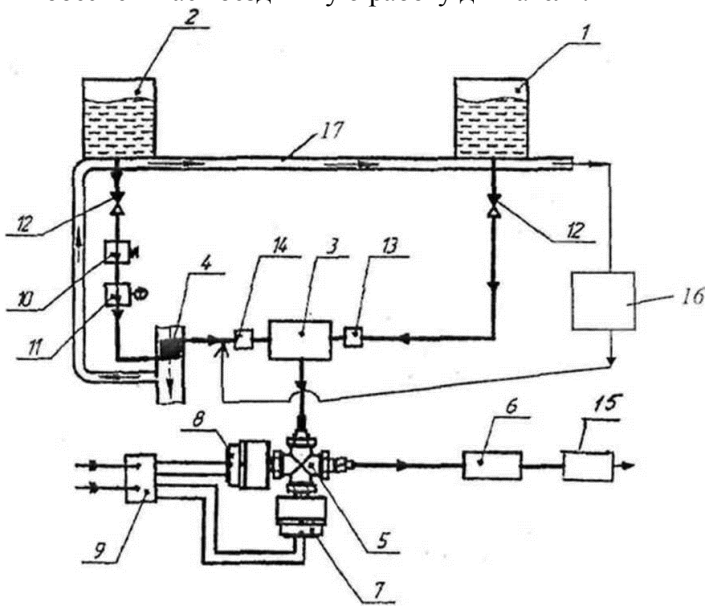


Рис.2. Принципиальная схема бездымной приставки «Данус-Авто»
1 - топливный бак, 2 - водяной бак, 3 - вихревая паромеханическая камера, 4 -пароперегреватель, 5 - резонатор, 6 - топливная аппаратура, 7,8 – ультразвуковые преобразователи (динамики или радио, СВЧ-излучатели), 9 – генератор волновых колебаний, 10 – электромагнитный клапан, 11 - термодатчик, 12 – вентиль, 13 – топливный насос, 14 – компрессор для пара, 15 – узел водородно-озоновой подсветки для подачи водородно-озоновой смеси в воздуховод, 16 – дополнительный резонатор, 17 – трубопровод отходящих газов

ЛИТЕРАТУРА

1. Инновационный патент РК № 26177. Вихревая паромеханическая камера. / Нусупбекова Д.А., Нурмамбетов К.Э., Нурмамбетова Д.Э. 2011г.

2. Патент РК № 18284. Способ работы двигателя внутреннего сгорания и двигатель внутреннего сгорания /Нусупбекова Д. А., Нурмамбетов К.Э. Нурмамбетова Д. Э.

Заявлено 07.02.2005, зарегистрирован 15.02.2007.

3. Авт. свид-во № 901601, Приставка к карбюраторному двигателю с воздушным охлаждением /Гуцуляк В.С./ 1980

4. Предварительный патент РК № 4317. Способ работы двигателя внутреннего сгорания и двигатель внутреннего сгорания /Нусупбекова Д. А., Нурмамбетов К,Э. Нурмамбетова Д. Э. Заявлено 23.05.1995, зарегистрирован 14.03.1997.

5. Патент РК № 25128. Двигатель внутреннего сгорания «ДАНУС-Авто».

7. Патент РК №5802, Двигатель внутреннего сгорания. /Нусупбекова Д. А., Нурмамбетов К.Э., Нурмамбетова Д. Э./ Заявлено 23.07.1996, зарегистрирован 15.12.1999.

8. Патент РК № 26490 Бездымный двигатель внутреннего сгорания "Данус-авто" / Нусупбекова Д.А.; Нурмамбетова Д. Э.; Нурмамбетов К. Э./ , заявлено 03.02.2012г., зарегистрирован 30.02.2012г

REFERENCES

1. Innovative patent № 26177, Kazakhstan. Whirlpool steam mechanical camera. /D. Nusupbekova, K. Nurmambetov, D. Nurmambetova / 2011.

2. Patent № 18284, Kazakhstan. A method of operating an internal combustion engine and the internal combustion engine / D. Nusupbekova, K. Nurmambetov , D. Nurmambetova.

stated 07.02.2005, registered on 15.02.2007.

3. The copyright certificate number 901601. Prefix to the carburetor engine, air-cooled / V. Gutsulyak / 1980

4. The provisional patent № 4317, Kazakhstan. A method of operating an internal combustion engine and the internal combustion engine / Nusupbekova DA, Nurmambetov K E. Nurmambetov D. E.

stated 23.05.1995, registered 14.03.1997.

5. Patent № 25128, Kazakhstan. The internal combustion engine "DANUS - Auto."

7. Patent №5802, Kazakhstan. Iinternal combustion engine. / D. Nusupbekova , K. Nurmambetov, D. Nurmambetova / stated 23.07.1996, registered 15.12.1999.

8. Patent RK № 26490 Smokeless combustion engine "Danus-Auto" / D. Nusupbekova .; D. Nurmambetova .; K. Nurmambetov / stated 03.02.2012, registered 30.02.2012

Нусупбекова Д.А., Дәулетбекұлы Ө.

ІЖҚ жану камерасының энерго тиімділігін және қозғалтқыш жанармайын үнемдеуді арттыру

Түйіндеме. Жоғарыда айтылған ІЖҚ тиімділігін арттыруға арналған қондырғы түрлерінің барлығында белгілі кемшіліктер бар екенін көреміз: электр қуатының шығыны, өлшемдерінің үлкендігі, қымбатшылығы, ПӘК аздығы.

«Данус-Авто» түтінсіз қондырғысы ІЖҚ жанармай шығынын азайтып (80% шамасында), экологиялық қауіпсіздікті арттырады.

Кілт сөздер: іштен жану қозғалтқышы, ІЖҚ жану камерасы, бу қыздырғыш, жанармай, резонатор.

Nusupbekova D.A., Dauletbekuly O.

On the question of energy efficiency of ignition (ignition) the ICE combustion chamber and engine fuel economy

Summary. The above applications of various energy-saving devices, the engine shows that all the proposals, there are certain disadvantages: a large consumption of electricity, large size, high cost, low efficiency, etc.

Smokeless prefix "Danus Auto" to the internal combustion engine significantly (over 80%) saving motor fuel, improve environmental safety and in future efforts should be made to implement it.

Key words: an internal combustion engine, the ICE combustion chamber, a superheater, fuel, resonator, exhaust gases and components.

УДК 628.517.669.1

Е.Б. Утепов, Г.А. Буршукова, Г.А. Смайлова, К.К. Карменов,
А.Б. Исаханова, А.К. Нургалиев, Р.Ж. Абуова
(Казахский национальный исследовательский университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, gzzi@mail.ru)

СОЗДАНИЕ ДЕМПФИРУЮЩИХ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ, ЛЕГИРОВАННЫХ ХРОМОМ С НАНОСТРУКТУРНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Аннотация. Улучшение эксплуатационных характеристик изделий методом нанесения стандартных типов покрытий сегодня практически исчерпало свои возможности, что требует инновационных подходов к совершенствованию и разработке нового поколения покрытий различного функционального назначения, обладающих повышенной сопротивляемостью разрушению в условиях воздействия циклических термомеханичеких напряжений и агрессивных сред. Использование демпфирующих сплавов для снижения шума и вибрации стало актуальным. В работе разработаны демпфирующие сплавы для снижения шума в источнике возникновения. Наноструктурное покрытие дополнительно повысил демпфирующие свойства. Детали с наноструктурным покрытием излучают шум меньше, чем без покрытия. Причиной является изменения скорости звука в структуре металла и в наноструктурном слое. Были созданы сплавы с наноструктурным покрытием, обладающие повышенными демпфирующими свойствами.

Ключевые слова: звукоизлучение, сплав, демпфирование, нанотехнологии, акустические характеристики, эксперимент, ударник.

Нанотехнологии - одно из новых направлений в науке. Развитие нанотехнологии - это путь к управляемому синтезу молекулярных структур, который призван обеспечить получение объектов любого назначения не из обычных сырьевых ресурсов, а непосредственно из атомов и молекул с помощью машин-сборщиков, оборудованных системами искусственного интеллекта. По оценкам экспертов нанотехнологии стали важнейшим направлением технологического развития лидирующих мировых держав XXI века. Будучи возведенными в ранг приоритетных национальных задач, эти принципиально новые технологии создают общий импульс для развития других отраслей промышленности по пути существенного улучшения характеристик и миниатюризации изделий [1].

К макроуровню относятся предметы, которые видны невооруженным глазом.

Мезоуровень введен для описания предметов, размер которых находится на пределе возможностей невооруженного глаза (0,2-1 мм).

Микроуровень охватывает предметы, размер которых лежит в диапазоне 1-100 мкм.

К наноуровню относятся объекты субмикронного размера 1-100 нм.

Под термином нанотехнология понимают разработку и использование материалов, устройств и систем, структура которых регулируется в нанометровом, т.е в диапазоне размеров атомов, молекул и надмолекулярных образований. Нанотехнология подразумевает умение работать с такими объемами и создавать из них более крупные структуры, обладающие принципиально новой молекулярной (точнее надмолекулярной) организацией. Такие наноструктуры, построенные «из первых принципов», с использованием атомно-молекулярных элементов, представляют собой мельчайшие объекты, которые могут быть созданы искусственным путем. Они характеризуются новыми физическими, химическими и биологическими свойствами и связанными с ними явлениями.

Улучшение эксплуатационных характеристик изделий методом нанесения стандартных типов покрытий сегодня практически исчерпало свои возможности, что требует инновационных подходов к совершенствованию и разработке нового поколения покрытий различного функционального назначения, обладающих повышенной сопротивляемостью разрушению в условиях воздействия циклических термомеханичеких напряжений и агрессивных сред.

Наноструктуры с увеличенной площадью межзеренных границ имеют повышенное значение вязкости и устойчивости к зарождению и развитию «хрупких» трещин, способны более эффективно сопротивляться разрушению в условиях сложнонапряженного внешнего воздействия достаточно длительное время. В этой связи, создание нового поколения покрытий, имеющих наноструктуру и многослойную архитектуру с увеличенной площадью межзеренных и межслойных границ, позволит существенно увеличить долговечность покрытия (время существования до разрушения «промежуточной среды» в парах трения), что позволяет прогнозировать существенное повышение времени наработки на отказ изделия с покрытием. При этом следует учитывать, что кроме необходимой твердости в сочетании с достаточной вязкостью, материал покрытия должен обладать высокой прочностью адгезии по отношению к материалу субстрата.

Межзеренные и межслойные границы являются зоной интенсивной диссипации энергии и отклонения трещин от направления движения, частичного или полного торможения, что ведет к упрочнению материала, поэтому создание многослойной архитектуры покрытия несомненно приведет к повышению износостойкости изделия, особенно в условиях действия циклических термомеханических напряжений. Кроме того, межзеренные границы вносят вклад в формирование размеров зерен и текстуры материала, могут эффективно упрочнять покрытие.

В частности, применительно к режущему и штамповому инструменту, наноструктурированные многослойно-композиционные покрытия, в отличие от монослойных, способны работать в условиях как непрерывного (токарная обработка), так и прерывистого резания (фрезерная обработка), быстрых скоростей резания без применения СОТС (смазочно-охлаждающих технологических сред).

Среди методов формирования наноструктурных покрытий одним из перспективных является процесс вакуумно-дугового ионноплазменного осаждения, получивший в мировой практике наименование процесса arc-PVD.

Процессы PVD основаны на генерации вещества в вакуумное пространство камеры с подачей реакционного газа (N_2, O_2, CH_4 и др.). Различие технологий PVD состоит в принципах генерации вещества, различной степени ионизации паро-ионного потока, конструкциях и технологических особенностях установок. Наибольшее применение в практике производства инструмента покрытием нашли системы низковольтного вакуумно-дугового испарения, получившие наименование arc-PVD (КИБ – наименование процесса в странах СНГ).

Процессы КИБ основаны на генерации вещества катодным пятном вакуумной дуги сильноточного, низковольтного разряда, развивающегося исключительно в парах материала катода в вакуумной камере, металлический корпус которой служит анодом [2]. Характерной особенностью процессов КИБ является высокая химическая активность испаряемого вещества, состоящего из высокоионизированного потока низкотемпературной плазмы (степень ионизации может достигать 90÷95 %). Субстрат и осаждаемый конденсат подвергается интенсивной бомбардировке ионами испаряемого металла, что приводит к частичному распылению приповерхностных слоев субстрата и повышению температуры в зоне формирования покрытия. В результате резко возрастает

подвижность атомов на поверхности субстрата, происходит дополнительная активация осаждаемого конденсата, формируется прочная адгезионная связь между покрытием и субстратом.

В работе исследовали акустические свойства хромистых сталей (до 2% Cr) с наноструктурным покрытием. Сравнивали с акустическими свойствами этих же сталей без наноструктурного покрытия (таблица 1).

Таблица 1. **Акустические характеристики образцов разработанных хромокремнистых сталей при соударении с шарами-ударниками**

№ п/п	Марка сталей	Диаметр шара-ударника, d, мм	Уровни звуковых давлений, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц						УЗ, дБА
			1000	2000	4000	8000	16000	31500	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	БГ-1	9,5	53	58	65	70	67	51	72
		12,7	59	65	70	80	71	53	80
		15,2	61	68	72	84	71	62	82
		18,3	65	74	75	85	79	70	88
2	БГ-2	9,5	52	62	68	72	67	58	74
		12,7	65	66	73	77	72	57	79
		15,2	62	69	74	81	88	62	82
		18,3	64	63	72	77	85	75	85
3	БГ-3	9,5	59	61	62	64	61	62	62
		12,7	67	66	71	80	80	64	82
		15,2	60	69	75	86	78	65	86
		18,3	65	70	74	87	76	68	88
4	БГ-3 (НС)	9,5	58	58	59	60	59	59	60
		12,7	68	65	72	78	78	65	80
		15,2	61	68	75	81	79	66	83
		18,3	67	71	73	84	77	69	84

Результаты экспериментов (рисунки 1-2) и характер кривых уровней звуковых давлений (УЗД) имеют следующий вид:

- уровни звуковых давлений исследованных образцов изменяются в диапазоне 51-88 дБ;
- максимумы уровней звуковых давлений наблюдаются на частотах 8000 Гц (87 дБ) и 16 000 Гц (88 дБ);
- минимумы уровней звуковых давлений образцов характерны для частот 1000 Гц и 31500 Гц (51-53 дБ);
- максимальные значения уровней звуковых давлений сравниваемых образцов характерны при соударениях с шарами-ударниками диаметрами d=18,3 мм и d=15,2 мм;
- минимальные значения уровней звуковых давлений сравниваемых образцов характерны при соударениях с шаром-ударником диаметром d=9,5 мм;
- максимумы уровней звуков (УЗ) по характеристике «А» у исследованных образцов сталей БГ-1, БГ-2, БГ-3 наблюдаются при соударении с шаром-ударником диаметром d=18,3 мм (85-88 дБ).

В соответсвии с рисунком 1 эффект амплитуднозависимого демпфирования звукоизлучения обнаружен в следующих случаях: на частоте 8000 Гц (ударники 15,2 мм и 18,3 мм); 16000 Гц (12,7 мм и 15,2 мм).

Амплитуднозависимое демпфирование – это значит, что демпфирование происходит с повышением амплитуды возбуждения, то есть ударник большей массы генерирует звук меньшей интенсивности по сравнению с ударником меньшей массы и размера.

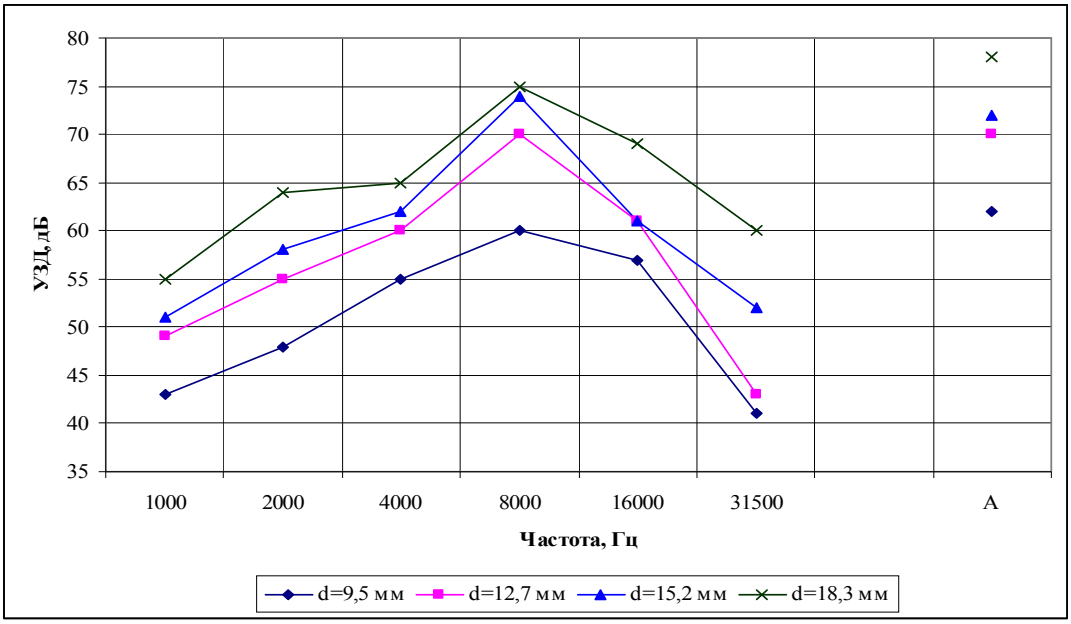
Амплитуднозависимое демпфирование звукоизлучения обнаружено в следующих случаях (рисунок 2):

На частоте 1000 Гц при соударении образца БГ-2 шаром-ударником диаметром d=12,7 мм УЗД=65 дБ, а при соударении образца БГ-2 шаром-ударником диаметром d=15,2 мм УЗД=62 дБ. Эффект АЗДЗ=3 дБ.

На частоте 2000 Гц при соударении образца БГ-2 шаром-ударником диаметром d=15,2 мм УЗД=69 дБ, а при соударении образца БГ-2 шаром-ударником диаметром d=18,3 мм УЗД=63 дБ. Эффект АЗДЗ=6 дБ.

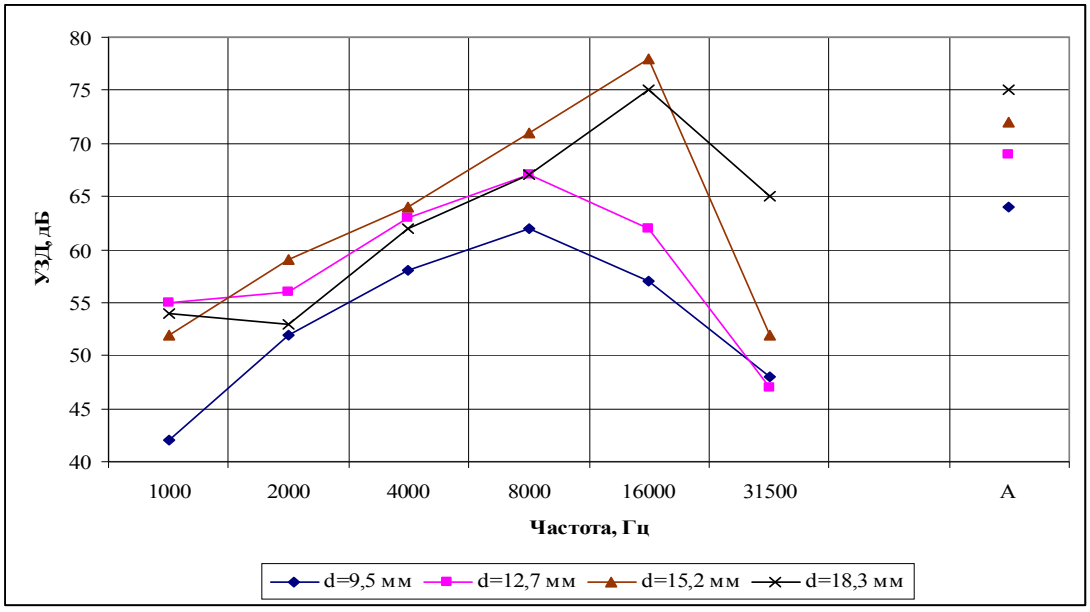
На частоте 4000 Гц при соударении образца БГ-2 шаром-ударником диаметром d=15,2 мм УЗД=74 дБ, а при соударении образца БГ-2 шаром-ударником диаметром d=18,3 мм УЗД=72 дБ. Эффект АЗДЗ=2 дБ.

На частоте 8000 Гц при соударении образца БГ-2 шаром-ударником диаметром d=15,2 мм УЗД=81 дБ, а при соударении образца БГ-2 шаром-ударником диаметром d=18,3 мм УЗД=77 дБ. Эффект АЗДЗ=4 дБ.



(d=9,5÷18,3 мм) – диаметры ударников шаров

Рис. 1. Характеристики звукоизлучения образца БГ-1 при соударении

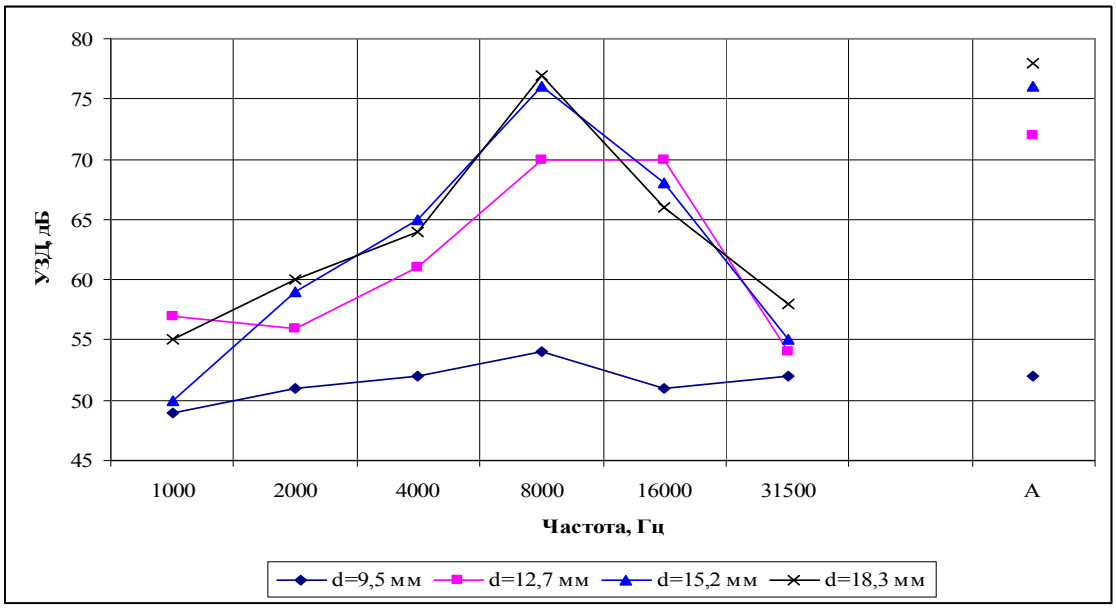


(d=9,5÷18,3 мм) – диаметры ударников шаров

Рис. 2. Характеристики звукоизлучения образца БГ-2 при соударении

На частоте 16000 Гц при соударении образца БГ-2 шаром-ударником диаметром d=15,2 мм УЗД=88 дБ, а при соударении образца БГ-2 шаром-ударником диаметром d=18,3 мм УЗД=85 дБ. Эффект АЗДЗ=3 дБ.

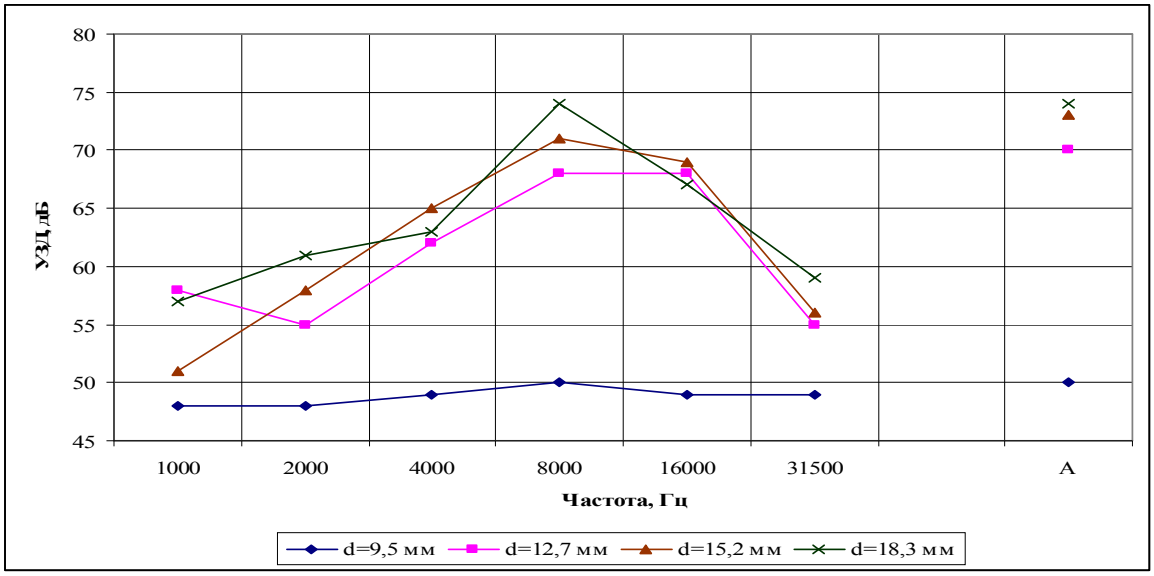
На частоте 31500 Гц при соударении образца БГ-2 шаром-ударником диаметром d=9,5 мм УЗД=58 дБ, а при соударении образца БГ-2 шаром-ударником диаметром d=12,7 мм УЗД=57 дБ. Эффект АЗДЗ=1 дБ.



(d=9,5÷18,3 мм) – диаметры ударников шаров

Рис. 3. Характеристики звукоизлучения образца БГ-3 при соударении

На рисунке 4 представлена характеристика звукоизлучения образца БГ-3(НС) при соударении диаметром ударников шаров (d=9,5÷18,3 мм).



(d=9,5÷18,3 мм) – диаметры ударников шаров

Рис. 4. Характеристики звукоизлучения образца БГ-3(НС) при соударении

В соответствии с рисунком 2 максимальный эффект амплитудно-зависимого демпфирования звукоизлучения обнаружен в следующих случаях.

На частоте 1000 Гц при соударении образца БГ-3 шаром-ударником диаметром d=12,7 мм УЗД=67 дБ, а при соударении БГ-3 шаром-ударником диаметром d=15,2 мм УЗД=60 дБ. Эффект АЗДЗ=7 дБ.

На частоте 4000 Гц при соударении образца БГ-3 шаром-ударником диаметром d=15,2 мм УЗД=75 дБ, а при соударении образца БГ-3 шаром-ударником диаметром d=18,3 мм УЗД=74 дБ. Эффект АЗДЗ=1 дБ.

На частоте 16 000 Гц при соударении образца БГ-3 шаром-ударником диаметром d=15,2 мм УЗД=78 дБ, а при соударении образца БГ-3 шаром-ударником диаметром d=18,3 мм УЗД=76 дБ. Эффект АЗДЗ=2 дБ.

Заключение: Сравнение акустических свойств сталей с наноструктурным покрытием и без него показало, что сталь БГ-3 (НС) с наноструктурным покрытием характеризуется звукоизлучением на (2-10) дБА ниже, чем у сталей без наноструктурного покрытия. Причиной является изменения скорости звука в структуре металла и в наноструктурном слое.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ратнер М., Ратнер Д. Нанотехнология. Простое объяснение очередной гениальной идеи. - Москва, Санкт-Петербург. Киев, 2007.

2. Саблев Л.П., Долотов Ю.И., Ступак Р.И. и др. Электродуговой испаритель с магнитным ограничением катодного пятна // Приборы и техника экспериментов, 1976. - С. 12-16.

3. Утепов Е.Б., Сулеев Д.К., Бисакаев С.Т. и др. Акустическая экология: демпфирующие материалы и конструкции. – Алматы, 2001.- 330 с.

4. Cremer H., Cremer L. Theoride der Entstehung des klopts – chalts // Erequenz, 1948. - Bd. 2, № 3. - P. 61-71.

5. Керженцев В.В., Деденко Л.Г. Математическая обработка и оформление результатов эксперимента. М.: МГУ, 1971. –110 с.

6. Сулеев Д.К., Утепов Е.Б., Урикбаева Г.А., Утепова Г.Е. Применение демпфирующих наноструктурных материалов в технике борьбы с шумом и вибрацией. Алматы, КазНТУ, 2008, 76 с.

REFERENCES

1. Ratner M., Ratner D. Nanotechnologiya. Prostoe obyasnenie ocherednoi genialnoi idei. - Moskva, Sankt-Peterburg. Kiev, 2007.

2. Sablev L.P., Dolotov Yu.I., Stupak P.I. i dr. Electrodugovoi isparitel s magnitnim ogranicheniem katodnogo pyatna // Pribori I technika experimentov. 1976. - S. 12-16.

3. Utepov E.B., Suleev D.K., Bisakayev S.T. i dr. Akusticheskaya ecologiya: demphiruiuchie materiali I konstrukcii. – Almaty, 2001.- 330 s.

4. Cremer H., Cremer L. Theoride der Entstehung des klopts – chalts // Erequenz, 1948. - Bd. 2, № 3. - P. 61-71.

5. Kerzhencev V.V., Dedenko L.G. Matematicheskaya obrabotka I ophormlenie rezultatov expiramenta. M.: MGU, 1971. –110 s.

6. Suleev D.K., Utepov E.B., Urikbayeva G.A., Utepova G.E. Primenenie demphiruyuchix nanostrukturnix materialov v techike borbi s shumom I vibraciei. Almaty, KazNTU, 2008, 76 s.

Утепов Е.Б., Буршукова Г.А., Смайлова Г.А., Карменов К.К., Исаханова А.Б., Нургалиев А.К., Абуова Р.Ж.

Наноқұрылымдық жабындысы бар хроммен легірленген демпферлеуші көміртекті болаттарды жасау

Түйіндеме. Наноқұрылымдық жабындысы бар бөлшектер жабындысыз бөлшектерге қарағандағ аз шу шығарады. Бұның себебі металдың құрылымындағы және наноқұрылымдық қабатындағы дыбыс жылдамдығының өзгеруі. Жоғары демпферлеуші қасиеттерге ие наноқұрылымдық жабындысы бар қорытпалар жасалды.

Негізгі сөздер: дыбыс шығуру, қорытпа, демпферлеу, нанотехнология, акустикалық сипаттамалар, эксперимент, соққыш.

УДК 537.311.322

S.A. Dyussembayev[1], O.Yu. Prikhodko[1], N.Zh. Almasov[1], Zh.K. Tolepov[1], N.R. Guseinov[1], N.E. Korobova[2]
(IETP, [1]al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[2]MIET, Moscow, Russia, sanzhar.dyussembaev@gmail.com)

STRUCTURE AND ELECTRONIC PROPERTIES OF NANOSCALED $Ge_2Sb_2Te_5$ THIN FILMS OBTAINED BY ION PLASMA SPUTERRING

Annotation. The results of research demonstrate the investigation of the structure, temperature dependences and electrical conductivity of nanoscaled films of $Ge_2Sb_2Te_5$ although the volt-ampere characteristics are shown. Films were obtained by ion-plasma sputtering in thickness range from 25 to 175 nm . Based on the samples results of scanning and transmission electron microscopy were determined that the structure was amorphous and homogeneous. The study of the temperature dependence of the electrical conductivity of the films showed that with decreasing film thickness the conductivity decreases and the activation energy of conductivity increases. From studies of the volt-ampere characteristics of $Ge_2Sb_2Te_5$ films were found that there is a reversible switching effect caused by a reversible phase transformation "amorphous ↔polycristalline state." The threshold voltage U_{th} and switching time t_{sw} with decreasing film thickness was reduced significantly.

Keywords: Nanosized films of chalcogenide glassy semiconductors, ion-plasma sputtering, structure, conductivity, switching effect.

Introduction

The effect of reversible phase transformation from the amorphous to the crystalline state (switching effect) firstly was observed in chalcogenide glassy semiconductors (ChGS) films. The composition of Ti-As-Se(Te) was investigated by A.N. Lebedev and B.T. Kolomeyets in the early 60's of the last century [1]. Later S. Ovshinsky proposed to use this effect in storage and recording information and called it "switching and memory effect". [2] Numerous studies have found that the most promising compound of ChGS for practical use is the composition of $Ge_2Sb_2Te_5$ and it can demonstrate good results for data recording. Currently, based on this films composition there are many information storage and recording devices such as CD, DVD, DVD-RW, Blue-Ray [3]. The successfull development of devices using the reversible phase transformation (Phase Change Random Access Memory) can be used in Flash-memory technology, on nanoscaled thin films.

Currently, researches efforts focused on improvement the storage parameters and recording information (like threshold voltage U_{th} and switching time t_{sw}) in devices such as Flash, that have relation on film's thickness.

Nanoscaled films of $Ge_2Sb_2Te_5$ mostly are obtained by thermal evaporation in vacuum [4], which has a number of disadvantages: the heterogeneity of the distribution of the component to the thickness of the films, and there is no conformity to the ratio of the component's stoichiometry of compound. In contrast, the method of ion-plasma sputtering allows to exclude practically these disadvantages.

The goal of this paper was to study the structure and electronic properties of nanoscaled films $Ge_2Sb_2Te_5$ obtained by the method of ion-plasma sputtering.

Methods of film preparation

Preparation of the films was carried out on ion-plasma sputtering methodic. The sputtering target of $Ge_2Sb_2Te_5$ has monolith polycrystalline structure with 99.999% chemical purity and has been casted in AciAlloys-Company (USA). The spraying process was implemented in argon atmosphere at 1 Pa pressure value. The accelerating voltage was 400 V and the rate of film deposition was approximately equal to 0.3 nm/s. The films were deposited on quartz and silicon substrates, which have previously been undergone to chemical and thermal treatment.

Experimental results and discussion

The films composition were controlled by scanning electron microscopy with energy-dispersive analysis (EDS) on scanning electron microscope Quanta 3D 200i. The results of these studies are shown in Figure 1 and Table 1.

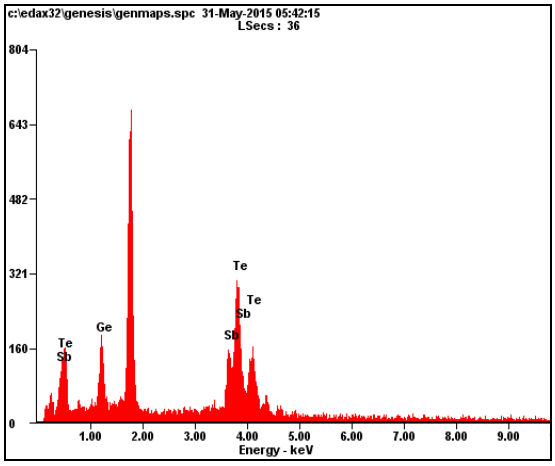


Figure 1. Typical energy-dispersive spectrum of characteristic radiation of $Ge_2Sb_2Te_5$

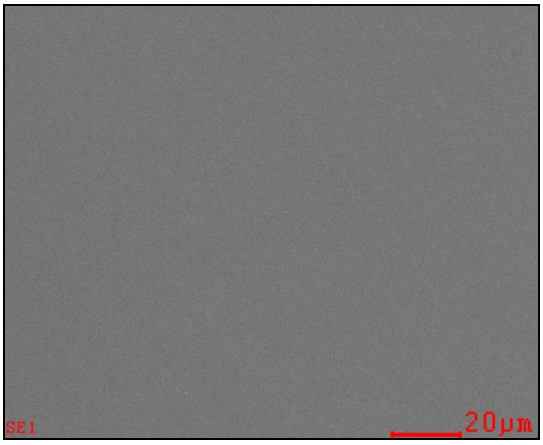
Table 1. **Chemical compound of $Ge_2Sb_2Te_5$**

Element	*Wt%*	*At%*
Ge	17.94	27.47
Sb	24.47	22.34
Te	57.60	50.18
Matrix	Correction	ZAF

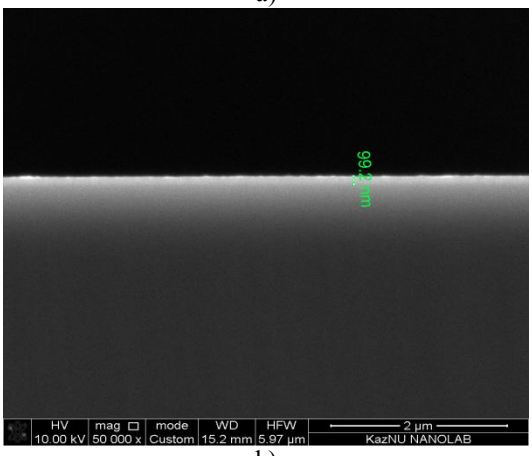
(Wt% - weight percentage; At% - Atomic percentage)

Table 1 shows that the studied films do not contain uncontrolled impurities and the maximum deviation from the formula component ratio is less than 5 at.%.

The morphology of the films was also controlled by scanning electron microscopy, and their thickness is determined using atomic force and scanning electron microscopy. Scanning of film step, chip has following pattern structure: crystalline Si- $Ge_2Sb_2Te_5$ film and ranged from 25 to 175 nm. The results of these studies are shown in Figures 2 and 3. It was found that all investigated films of different thickness are characterized by a solid and inhomogeneous surface.

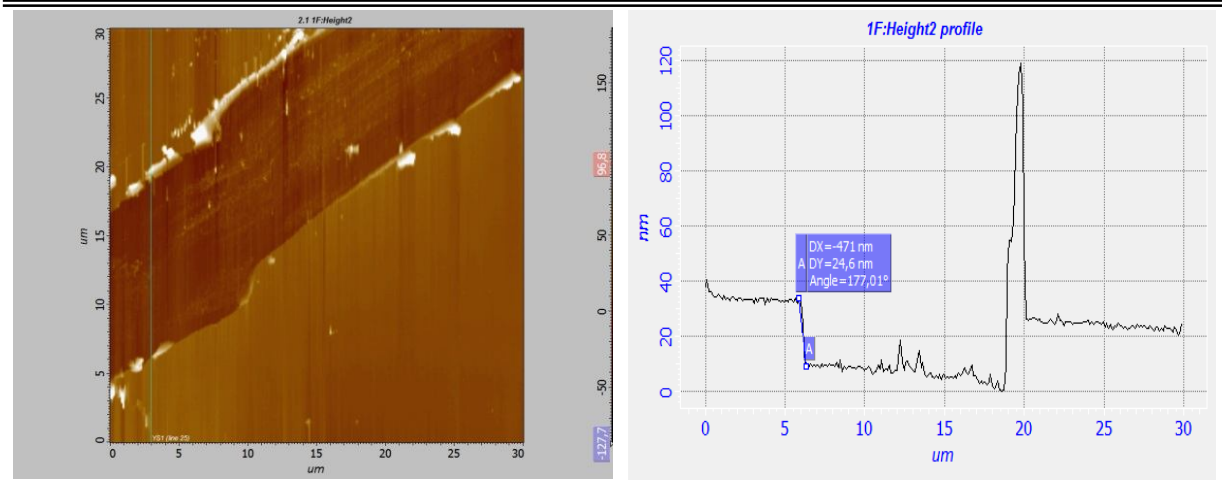


a)



b)

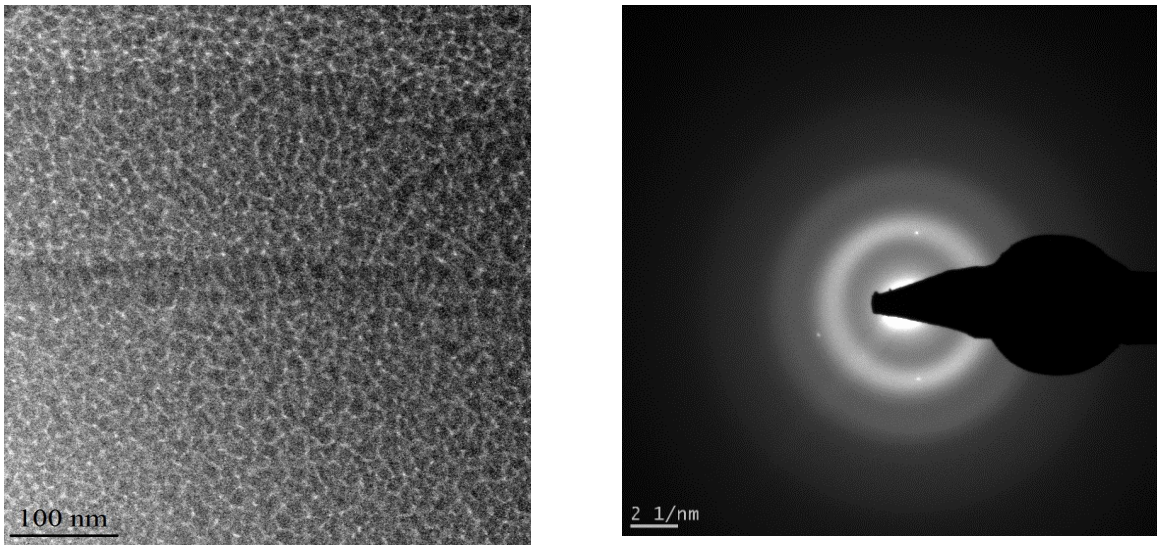
Figure 2. A micrograph of film surface (a) and chip pattern structure: Si – film of $Ge_2Sb_2Te_5$ (b), obtained by Scanning electron microscopy



a) b)

Figure 3. 2D Image (a) and the surface profile structure (b): quartz substrate - $Ge_2Sb_2Te_5$ film, obtained by Atomic force microscopy

The films structure was studied by transmission electron microscopy using the high resolution imaging (HRTEM) on Titan equipment of FEI-company. Scanning carried out at an accelerating voltage of 300 kV and beam current of 2 nA electrons. Figure 4 shows a typical micrograph and electron diffraction pattern of $Ge_2Sb_2Te_5$ film. From the figure 4 could be seen that the investigated film possesses a typical amorphous structure without crystalline nanoregions. It should be noted that such structure was typical for all investigated films for different thicknesses.



a) b)

Figure 4. Micrograph (a) and diffraction pattern (b) for $Ge_2Sb_2Te_5$ film

Temperature dependence of electrical conductivity of $Ge_2Sb_2Te_5$ thin films were investigated on picoammeter Keithley-6485 at temperature range from 300 to 400 K. The direct current applied in electric field strength about 10^2 V/cm in the linear region of the volt-ampere characteristics. The samples have planar arrangement of electrodes with size of the gap about 100 μm. The heating rate of the samples was 2° per minute.

Figure 5 shows the temperature dependence of electrical conductivity $\sigma(T)$ of the films with different thickness and constructed in the coordinates $lg\sigma \sim 1/T$. The figure 5 illustrates that $\sigma(T)$ for films with different thickness are well described by an exponential law $\sigma(T)=Cexp(-E_a/\kappa T)$.

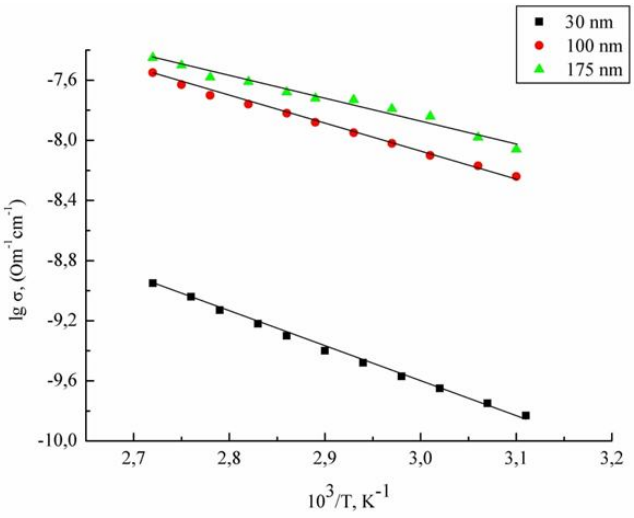


Figure 5. Temperature dependence of electrical conductivity of $Ge_2Sb_2Te_5$ films

From dependencies $\sigma(T)$ were determined the main semiconductor parameters of the films: electrical conductivity at room temperature (300 K) $\sigma_к$, activation energy E_σ and preexponent factor C (Table 2).

Table 1. **The dependence of the electrical conductivity of films $\sigma_к$, preexponent factor C and the activation energy E_σ of the conductivity from the film thickness**

Film composition	Thickness, nм	Semiconductor's parameters		
		$\sigma_к$, $(Om \cdot cm)^{-1}$ at 300 K	C, $(Om \cdot cm)^{-1}$	E_σ, eV
$Ge_{27}Sb_{22}Te_{50}$	175	$4.84*10^{-3}$	$1{,}13*10^{3}$	0,32
	100	$2{,}20*10^{-4}$	$3{,}27*10^{2}$	0,37
	30	$1.23*10^{-5}$	$5.32*10^{2}$	0,46

From the analysis of results that shown in Table 2, it follows that the thickness of the films significantly influences on their semiconductor parameters (size effect). With decreasing film thickness the value of $\sigma_к$,C decrease too and it can be seen in the increasing of E_σ. At the same time there is a correlation between the changes in the thickness of the films, their electrical conductivity and activation energy E_σ.

To determine the parameters characterizing the switching effect in $Ge_2Sb_2Te_5$ films were measured their volt-ampere or IV- characteristics on equipment which block-scheme is shown on Figure 6.

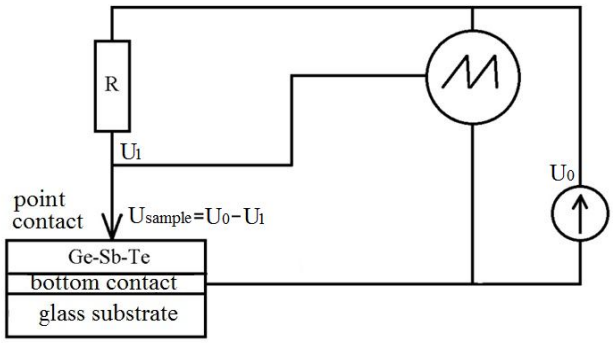
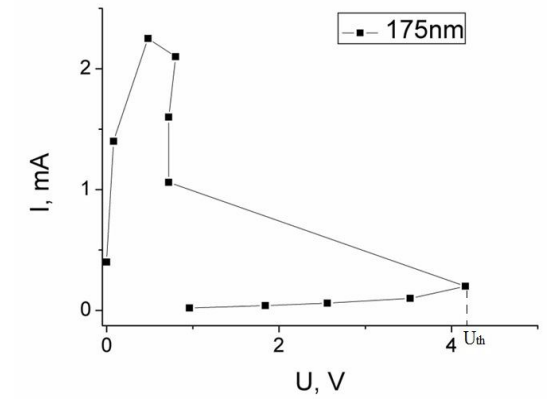


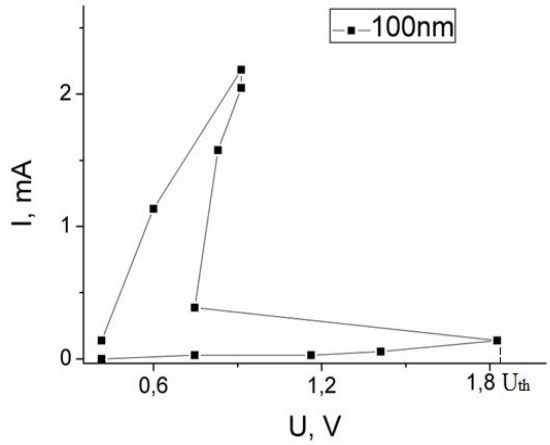
Figure 6. Equipment's block-scheme for IV-characteristic research

The samples had a "sandwich" structure. The top electrode has spring gold point contact with contact area 54 μm, and the bottom contact electrode was the solid aluminum film deposited by thermal evaporation on a glass substrate. On the samples were applied sawtooth waveform signal with amplitude until to 10 V from the generator Aktakom AHP-1011. The IV-characteristic recorded by oscilloscope Gwinstek GDS-71062A.

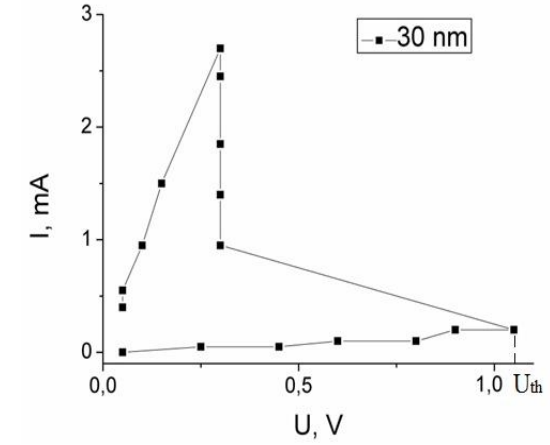
Figure 7 shows the typical IV-characteristic of $Ge_2Sb_2Te_5$ films for different thicknesses. It can be seen that the shape of the IV-characteristic is S-like form which inherents to the switching effect. On IV-characteristic can be observed area with rapid growth of current value, occurring when the material changes its high resistance state to conductive state during time t_{sw}, when the threshold voltage is U_{th}.



a)



b)



c)

Figure 7. IV-characteristics of $Ge_2Sb_2Te_5$ for : a) 175 нм, b) 100 нм, c) 30 нм

The effect of film thickness on the switching parameters is given in Table 3.

Table 3. **The film's parameters of switching effect.**

	thickness, нм	U_{th}, V	t_{sw}, ns
$Ge_2Sb_2Te_5$	175	4	100
	100	1.8	70
	30	1	50

From the analysis of the results that shown in the table should be seen the significant effect of the film thickness on the U_{th}, and t_{sw}. Reduction of film thickness from 175 nm to 30 nm leads to a decrease the threshold voltages and switching time in 4 and 2 times, respectively.

Now it is well estimated that switching effect in Ge-Sb-Te films is a due to a reversible phase transformation of the second order - "amorphous↔polycrystalline state". The most complete mechanism of the switching effect is explained on the basis of electron-thermal model for which the S-shape of IV-characteristic is a consequence of the heating and the occurrence of the so-called electron thermal-breakdown [5].

Conclusion

There were studied the influence of the nanosized films thickness of the $Ge_2Sb_2Te_5$ on the structure and electronic properties and parameters of the switching effect. It is found that the films of $Ge_2Sb_2Te_5$ have different thicknesses and possessed the amorphous structure. It is estimated that semiconductor and switching parameters strongly depend on the film thickness. Found that changes of the parameters of films are related to the size effect.

The obtained results are essential for development of the fundamental controlling approaches of electronic properties of Ge-Sb-Te films and contributes to the practical application in the memory devices of writting and storage information.

REFERENCES

1. B. T. Kolomiiets, E.A. Lebedev. Voltampernaya kharakteristika tochechnogo kontakta so stekloobraznymi poluprovodnikami // Radiotekhnika i elektronika. - 1963. - Vyp. 8. - S. 2097-2098.

2. S. R. Ovshinsky. Symmetrical current controlling device // U.S. Patent No 3 271 591. 06.09.1966.

3. N. Yamada, E. Ohno, K. Nishiuchi. Rapid phase transitions of GeTe-Sb2Te3 pseudo binary amorphous thin films for an disk memory // J. Appl. Phys. - 1991. Vol. 69(5). - P. 2849-2856.

4. V. Dzhurkov, S. Fefelov, D. Arsova, D. Nesheva. L. Kazakova. Electrical conductivity and optical properties of tellurium-rich Ge-Sb-Te films // Journal of Physics. – 2014. Vol. 558. – P. 012046

5. N.A. Bogoslovskii, K.D. Tsendin. Fizika effektov pereklyucheniya i pamyati v khalkogenidnykh stekloobraznykh poluprovodnikakh // Fizika i tekhnika poluprovodnikov. - 2012. - T. 46, vyp.5. - S. 577-608.

Дюсембаев С.А., Приходько О.Ю., Алмасов Н.Ж., Толепов Ж.К., Гусейнов Н.Р., Коробова Н.Е.

Иондық плазмалық тозаңдату әдісімен алынған $Ge_2Sb_2Te_5$ наноөлшемді қабықшалардың құрылымы және электрондық қасиеттері

Түйіндеме. Жұмыста $Ge_2Sb_2Te_5$ наноөлшемді қабықшалардың құрылымы, олардың электрөткізгіштігінің температуралық тәуелділіктері мен вольт-амперлік сипаттамаларының зерттеу нәтижелері келтірілген. Қалыңдықтары 25 нм- ден 175 нм-ге дейінгі қабықшалар иондық плазмалық тозаңдату әдісімен алынған. Олардың құрылымының біртектілігі мен аморфтылығы сканирлеуші және жарқыл электрондық микроскопиясы нәтижелерінен анықталды. Электрөткізгіштігінің температуралық тәуелділіктерін зерттеу, қабықшалардың қалыңдығы азайуымен өткізгіштік шамасы төмендейтігін, ал олардың активация энергиялары артатындығын көрсетті. $Ge_2Sb_2Te_5$қабықшалардың вольт-амперлік сипаттамаларын зерттеулерінен оларда «амортық күй ↔ поликристалдық күй» реверсивты фазалық ауысуға негізделген қайтымды қайта қосылу эффектісі бақалатындығы анықталды. Шекті кернеу Uth және қайта қосылу уақыты tsw қабықшалардың қалыңдығы азайуымен елеулі түрде төмендейді.

Осылайша, жұмыста $Ge_2Sb_2Te_5$ қабықшалардың электрондық қасиеттеріне өлшемдік эффектінің елеулі түрде ықпал тигізетіндігі анықталды.

Түін сөздері: халькогенидты шынытәріздес жартылай өткізгіштердің наноөлшемді қабықшалары, иондық плазмалық тозаңдату, құрылым, өткізгіштік, қайта қосылу эффектісі.

Дюсембаев С.А., Приходько О.Ю., Алмасов Н.Ж., Толепов Ж.К., Гусейнов Н.Р., Коробова Н.Е.

Структура и электронные свойства наноразмерных пленок Ge2Sb2Te5, полученных методом ионно плазменного распыления

Резюме. Представлены результаты исследований структуры наноразмерных пленок $Ge_2Sb_2Te_5$, их температурных зависимостей электропроводности и вольт-амперных характеристик. Пленки толщиной от 25 до 175 нм получались методом ионно-плазменного распыления. По результатам сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии исследуемых образцов установлено, что их структура является однородной и аморфной. Изучение температурной зависимости электропроводности пленок показало, что с уменьшением толщины пленок величина проводимости уменьшается, а их энергия активации проводимости возрастает. Из исследований вольт-амперных характеристик пленок $Ge_2Sb_2Te_5$ установлено, что в пленках наблюдается обратимый эффект переключения, обусловленный реверсивным фазовым переходом «аморфное состояние↔поликристаллическое». Пороговое напряжение U_{th} и время переключения t_{sw} с уменьшением толщины пленок существенно уменьшается.

Таким образом в работе установлено существенное влияние размерного эффекта на электронные свойства пленок $Ge_2Sb_2Te_5$

Ключевые слова: Наноразмерные пленки халькогенидных стеклообразных полупроводников, ионно-плазменное распыление, структура, проводимость, эффект переключения.

УДК 004.02

R. I. Muhamedyev, A.N. Khamitov
(International information technologies university
Almaty, Kazakhstan, alikhamt@umail.iu.edu)

ANALYSIS OF GIS USE IN THE ROUTE CHOICE OPTIMIZATION PROBLEM IN ALMATY'S PUBLIC TRANSPORT

Annotation: In this paper the authors define the way of choosing the geographic information system for the reporting heterogeneous information on public transport. The description of diverse types of information, structures, methods of preparation and practical importance for the passengers are considered. Special focus is paid to the user and developer interfaces comparison of widely-accepted GIS system. All of the implemented analysis is applied in development of intellectual navigation system.

Key words: GIS, route choice optimization, public transport, routing algorithms

Today the provision of relevant real-time background information and data on public transport is a prerequisite for high-quality passenger services. Moreover, it is one of the key factors in the development of transport companies and attraction of more people to use public transport. The information obtained through in-depth analysis of these kind of data, processed and shown in most attractive and understandable to passenger way has even greater significance to public transport development. Complete and accurate information about public transportation not only helps passengers to choose convenient travel time and the best route, but also reduces the load on transport by optimizing traffic flow. Emerging ability to provide a complete picture of public transport work helps to increase competition among companies providing passenger transport services, improve the quality and level of transport organization, and control it by the public authorities [1]. With the improvement of passengers transportation, more people have started to use public transport while moving around the city, not their personal transport, which has a positive impact on the ecological situation in the city, eliminates traffic jams situations, and improves road safety [2].

Among the main data of intelligent transport systems and navigation telecommunication systems of mobile units, the greatest interest from end users side belongs to navigation and telemetry data which is generated by mobile units equipped with automatic positioning systems and instruments of global navigation satellite technologies such as GLONASS [3] or GPS. In order to display this type of information in real time and make analysis of reference and navigation telemetry data in the form of diagrams and traffic forecasts, the geographic information systems (GIS) must be used. GIS provides an intuitive, user-friendly, and simple interface for the passenger to obtain all necessary information distributed in space and time.

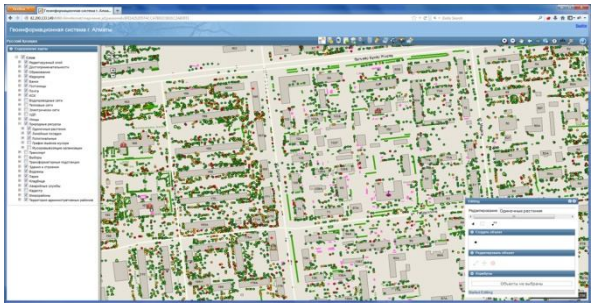


Fig 1. GIS of Almaty

In everyday life, today, almost all paper maps and compasses are ousted by electronic devices with built-in or uploaded geographic information systems. Modern electronic cards provide a wide range of background information like finding the desired address or the route and demonstrating the specific categories of objects on the map. The most widely-used geo-information services for desktop and mobile computers are 2GIS [4], Yandex [5], and Google Maps [6].

2GIS is a detailed and updated directory of organizations with city maps of Kazakhstan and CIS countries. The system presents the set of detailed statistics on individual settlements including route information of public transport. The special files of cities' information are updated each month [4].

Yandex is a search geo-information service that provides current traffic information, metro data, lists of organizations. Moreover, the system provides the function to view map and satellite imagery of the Earth [5].

Google Maps service includes a map and satellite imagery. It integrates a business directory and a road map to search routes [6].

In the first part of this paper, we attempt to make the analysis of optimization problem in the routing field when the passenger uses public transport. Our focus is made on Almaty city (Kazakhstan).

In the second part, we consider the question of selection the appropriate GIS platform for software implementation in a Intellectual Bus Stop form.

In conclusion, we make the statement about the importance of further research in the field of public transport in Almaty and chosen system for Intellectual Bus stop as one of the basic parts of Intelligent Transportation Systems (ITS).

As the basis for conducted research and analysis, we used the open online resources and official documentation from Kazakhstan government agencies. Analysis of the results demonstrates that the chosen full circle of decisions might definitely lead to the whole implementation of intellectual control of city traffic in the city of Almaty. As the main methodology, the combination of such searchwords as "GIS" and "public transport" were used to uncover related and existing technology solutions.

Currently, the city of Almaty does not have the help system which shows the location of trolley buses and trams in real time and estimated time of arrival of the selected vehicle on a given bus stop. Also, there is no single central data repository containing real-time data and the timetable of public transport system. Passengers cannot obtain information about the movement of buses despite the fact that the majority of them are already equipped with devices like GLONASS and GPS systems as it's shown in Fig. 2 and their routes almost cover the greatest area of the city [9, 10].

Fig. 2. GPS system inside of the bus in Almaty

In order to solve this problem and provide a simple form of background information on city routes, as well as, analytically processed interval data of public transport, we are developing a service called Intellectual Bus Stop which allows the user to select two random stops and get a list of bus routes which can bring you from one stop to another with or without transfers from one bus to another [8]. These routes are sorted in ascending order based on time. Moreover, the time of the day, interval schedule of between buses, required time it takes to overcome this route are all taken into account. The travel time between bus stops of the route is calculated using a forecasting system of transport's route traffic on the basis of statistics at different times of the day. This system is provided by 2GIS technology.

All routes of public transport in one city can be described as a R set. Each Ri route of the set R contains an array of bus stops and the distances between them. By saying "route" word, we mean the movement in only one direction, i.e. the movement from one bus stop to another. Movement in the opposite direction is considered to be another route.

At the beginning of the work with a system, the user enters the initial bus stop A and final bus stop B (Fig 3).

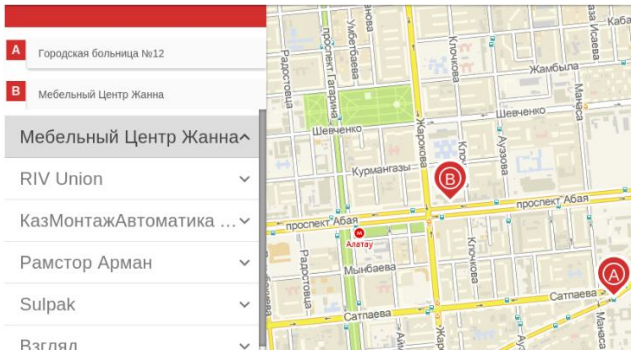


Fig 3. Program interface of entering the initial bus stop A and final bus stop B

While searching for routes from A to B, the following situations are possible [7]:

1. There are the routes without transfer.

There are the routes from R set which act in time t and contain stop A and stop B (note that stop A number is less than stop B number). List of suitable routes is sorted in order based on time spent on the road which is calculated in real time and using a forecasting system, and displayed to the user.

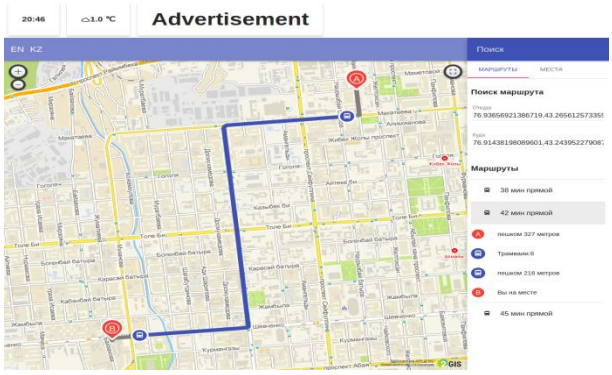


Fig 4. Display of one route without transfers

2. There is one route with one transfer.

In this situation system searches for RA subsets which contain stop A and RB subsets which contain stop B among the plurality of searched routes R. If it is needed, some routes might be deleted from subset RA and RB if those routes have the specific conditions of working (i.e. defined days of work). If some of the subsets become empty after removing unnecessary one, the user will get a message about impossibility of moving from A to B. If considered subsets are non-empty, the intersection routes between subsets RA and RB are searched. If the route RAi intersects with route RBj in bus stop which locates after the stop A in the route RAi and before the bus stop B in the route RBj, one is entered into the appropriate cell, otherwise - zero (Table 1).

Table 1. **Matrix of routes intersections**

	RA_1	RA_2	...	RA_{n-1}	RA_n
RB_1	0	1	...	1	0
RB_2	1	0	...	0	0
...	...	...	...	...	...
RB_m	0	1	...	1	0

If there is the intersection of subsets of routes from RA with subsets of routes from RB, then the subset of selected pair of intersecting routes will be chosen. Then a new graph is prepared - a scheme of bus stops which play the role of the graph nodes. The weight of graph edges are traffic intervals between bus stops. Next step is searching for the shortest path through the graph stops using *A* algorithm* [7].

In order to find multiple shortest paths, the *Yen algorithm* is needed [7]. This algorithm assumes that one of the shortest paths has been found in some way, and any other way must be different from those already found at least with one edge. Then, it is necessary to construct a new graph obtained from the original one by removing one of the edges of the found shortest path. And a new search for the shortest path must be implemented in the new graph.

Found shortest paths are added to the list, sorted in descending order based on time, and displayed to the user.

3. There is one route with two transfers.

If there is no intersections between the bus stops of RA and RB subsets of routes, the new search for subset RC is started among the common set of routes R. Every member of subset RCk must have at least one intersection with routes of RA and RB subsets.

Next two new matrices of RA, RC intersection and RC, RB intersection are created. On the basis of this matrix, the new graph of bus stops is formed. In this graph the system starts to search the shortest path using A * and Yen algorithms.

4. There is one route with three or more transfers.

In this case the route search mechanism remains the same as in the path search with two transfers except for the fact that with increasing number of transfers, the number of intermediate routes also increases.

This system will allow the user to know how to get from A bus stop to B bus stop while spending the minimum possible time and leaving the house directly to the arrival of transport based on schedule.

Obviously, in order to display the result of the algorithm on information about stations, routes, transplants, and other spatial and temporal data, GIS is the best tool.

In order to design the visualization system for constructed routes, three main search GIS were analyzed from user and developer interfaces sides. Table 2 shows the implemented comparison between Geo-information systems from the service side which is presented to the end-user.

Table 2. **Comparison of Geo-information systems**

Characteristics	Yandex. Maps	Google Maps	2GIS
Ability to work with the map without Internet connection	-	+	+
Map specification			
Buildings, roads	+	+	+
Reference data about city's organizations	-	-	+
Architectural installations	+	-	+
Organizations icons	+	+	+
Parking	+	-	+
Passages in precinct	-	-	+
Traffic Lights	-	+	-
Bus and Metro stops	+	+	+
External appearance			
Satellite snapshots	+	+	-
3D Map	-	+	+

Limits of overlooked territory	+	+	-
Territorial scope of the map			
Kazakhstan, Russia, CIS countries	+	+	+
Other countries	-	+	-
Ability to build the route			
For cars	+	+	+
For public transport	-	+	+
Traffic jams prediction	+	-	-
Definition of Location	+	+	+

According to the results which is shown in Table 2, 2GIS platform is ideal to the use within the city. It has extensive information about the various organizations (names, addresses, phone numbers, email addresses, web-sites, and mode of operation), and the possibility of constructing routes including travel options using public transport. The data is updated every month. Despite its orientation on the city, the map is not limited to immediate suburbs [4].

Also there are no restrictions in Yandex and Google Maps systems. With the help of satellite images, the user can view the entire planet [5, 6].

The main advantage of Yandex to Google Maps and 2GIS is the ability to forecast and display traffic jams in the city [5, 6].

The advantage of Google Maps is a three-dimensional mapping of the earth's surface (including elevation), the ability to monitor at any angle (rather than vertically from the top), the gradual clarification of the image as it downloads more detailed pictures.

All of the services offer users the opportunity to use the maps in their information systems and modify them using features of Application Programming Interfaces (API). API maps allow the developer to manipulate any maps: area images, any objects which points correspond to certain two-dimensional coordinates.

Table 3. **Comparison of GIS service features**

API	**2GIS**	**Yandex. Maps**	**Google Maps**
Development of control elements	+	+	+
Geo-objects development	+	+	+
Geometric forms and mapping	+	+	+
Layers of active areas	+	+	+
Clusters development	+	+	+
Search of closest objects	+	+	+
Dots penetration into perimeter	+	+	+
Search for objects	+	+	+
Search on the map	+	+	+
Traffic jams	-	+	-
Spotting	+	+	+
Route construction	+	+	+
Distance definition	+	+	+
Events based on mouse clicks	+	+	+
Moving objects creation	-	-	+
Use without API key	+	+	+
Regime of height	-	-	+
Maps types	-	+	+
Reference on API use	+	+	+
Ways of interaction with API	C#, JavaScript	JavaScript, Static API, YMapsML	JavaScript, Static API, PHP, HTML, JQuery

Software interfaces of all three systems offer a wide range opportunities in modification of the original map. Yandex can display traffic jams [5]. Google Maps allows to create the moving objects and display 3D-map with the altitude [6].

As the result of implemented analysis of systems functionalities, the 2GIS systems was chosen. The choice was based on the absence of territorial restrictions and the presence of the map guide with examples. Google Maps also partially fits under these requirements but the data service on Almaty city is updated with long delays. Moreover, the content about Almaty in 2GIS is much higher than in Yandex and Google Maps.

The development of information technologies and its widespread use impose the requirements for all systems and services being developed in the field of passenger transport, not only in the case of more effective training methods and data processing, not only in more productive hardware and software implementation, but also in the presentation of the results of processing to the end user - passenger. The present realities do not allow to inform passengers with only printed maps which are fixed at each bus stop with the schedule. A modern passenger expects the integration of conventional data transport and advanced geographic information systems which reflect information in a concise form of the route scheme and transfer points. At the same time, new functions and transport data should not be only GIS functionality, but need to represent only the superstructure from the point of user's view and complement, extend the scope of GIS application.

Selection of 2GIS system is the next step in the evolution of the user interface of intellectual transport system in Almaty city.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пилецкая А.., Кошмелев А. "Мобильные приложения для контроля за общественным транспортом", 2013, Сборник статей XI международной научно-практической конференции "Молодежь и современные информационные технологии", стр. 553-555

2. Кейси Р., Лабель Л., Мониз Д., Ройяль Д., Шихаан М., “Расширенные системы общественного транспорта", 2000, Сборник научных статей FTA-MA-26-7007-00-1, стр. 218

3. Хагс Д., Джескон Б., "Создание Google Maps: гид для пользователей по созданию и использованию online Google Maps", 2007, Издание Trinity College

4. "Введение в 2GIS," 2014, Гид по 2GIS системе

5. "Yandex: еще один поисковик?," 2010

6. Рахтц С., "Google Earth и Google Maps,"2007, Сборник проектов на OUCS

8. Хешбергер Д., Максвел М., Сури С., "Нахождение самого короткого пути k: новый алгоритм и его применение", 2014, Сборник научных статей 11-й международной конференции об основах алгоритмов в Робототехнике

9. Куандыков А., Мухамедиев Р., Хамитов А., "Некоторые аспекты интеллектуальной транспортной системы Умных городов," 2015, Сборник научных трудов конференции "Экономическая эффективность информационных бизнес-систем, Москва

9. Хамитов А., Искакова З., Хамитова Г., "Анализ платформы для создания Умного города через реализацию проекта Умной Остановки," 2015, Научный журнал "Экономические актуальные проблемы", Киев,

10. "Умная Астана: методология", 2014, Astana Innovations: задачи проекта

REFERENCES

1. Piletskaya A., Koshmelev A. Mobile applications to control the public transport. Proc. of the XI international scientific-practical conference "Youth and modern informational technology", 2013, pp. 553-555

2. R. Casey, L. Labell, L. Moniz, J. Royal, M. Sheehan, “Advanced public transportation systems: The state of the art update," *Publication FTA-MA-26-7007-00-1*, p. 218, 2000.

3. D. Hughes, B. Jackson, "Making Google Maps: a comprehensive user guide for creating and using your own online Google Maps", *Trinity College edition,* 2007.

4. "Intro to 2GIS," *Guidance on the 2GIS system use*, http://static.2gis.ru/stylebook/2GIS_BrandBook_01.pdf , 2014

5. "Yandex: yet another indexer?," 2010

6. S. Rahtz, "Google Earth and Google Maps," *Projects at OUCS*, 2007

7. J. Hershberger, M. Maxel, S. Suri "Finding the k Shortest Simple Paths: a new algorithm and its implementation", *Proc. of the 11th international workshop on the Algorithmic Foundations of Robotics*, 2014

8. A. Kuandykov, R. Muhamedyev, A. Khamitov, "Some aspects of the intelligent transport systems of Smart cities," *Proc. of the Economic efficiency of Information Systems conference*, Moscow, 2015

9. A. Khamitov, Z. Iskakova, G. Khamitova, "Analysis of the framework for building Smart city through the implementation of Smart Bus Stop project," *Economics actual problems*, Kiev, 2015

10. "Smart Astana: methodology", *Astana Innovations: project's tasks,* 2014

Мухамедиев Р., Хамитов А. Н.

Маршрут таңдау оңтайландыру мәселесіне ГАЖ пайдалану талдау Алматының қоғамдық көлікте

Түйіндеме: Бұл мақалада авторлар әр түрлі ақпарат және қоғамдық көлік өңдеу үшін географиялық ақпараттық жүйені таңдау әдісі анықтау. Сондай-ақ, әртүрлі ақпарат түрлерін сипаттау, құрылымын, дайындау және жолаушылар үшін практикалық маңызы бар әдістерін қарастыру. Ерекше назар пайдаланушылар мен әзірлеушілер кеңінен қолданылатын ГАЖ жүйелер үшін салыстырғанда интерфейстер төленеді. талдау нәтижелері навигациялық жүйесінің зияткерлік авторлардың дамытуға пайдаланылады.

Түйінді сөздер: ГАЖ, маршрут оңтайландыру міндеті, қоғамдық көлік, бағыттау алгоритмдері

Мухамедиев Р., Хамитов А. Н.

Анализ использования ГИС в задаче оптимизации выбора маршрута в общественном транспорте Алматы

Резюме: В данной работе авторы определяют способ выбора географической информационной системы для обработки и предоставления разнородной информации сферы общественного транспорта. Также рассматриваются вопросы описания различных видов информации, структуры, методы подготовки и практическое значение для пассажиров . Особое внимание уделяется сравнению интерфейсов для пользователей и разработчиков широко-применяемых ГИС систем. Результаты проведенного анализа применяются при разработке авторами интеллектуальной навигационной системы.

Ключевые слова: ГИС, задача оптимизации маршрута, общественный транспорт, алгоритмы маршрутизации

УДК 004.032.26

Е. Бейбітхан
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
Алматы, Қазақстан Республикасы, E-mail:Yerkegul_1@mail.ru)

ТЕХНИКАЛЫҚ ОБЬЕКТІЛЕРДЕ ДИАГНОЗТИКАНЫ ЖӘНЕ ИДЕНТИФИКАЦИЯНЫ ЖАСАУ ҮШІН ЖАСАНДЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІҢ МҮМКІНШІЛІКТЕРІ МЕН КЕДЕРГІЛЕРІ

Аннотация. Автоматты басқару жүйесінің сапасын жоғарылату үшін, идентификатормен техникалық обьектілер диагностикасына жаңа алгоритмдер құру қажет. Ол үшін жасанды нейрондарды қолдану қажет.

Техникалық обьектілерде диагностиканы және идентификацияны жасау үшін жасанды нейрондық қолдану мәселесі соңғы жылдары зерттеліп, анализдер жасалынды.

Диагностика жүйесін құру кезінде жөнделмейтін жағдайлар қарастырылған және жасанды нейрон желілері арқылы құрылған автоматты басқару жүйесі қарастырылған.

Зерттеулер мен анализдердің нәтижесі бойынша жаңа әдістер мен алгоритмдерді пайдалану барысында идентификация мен техникалық обьектілер диагностикасын нейрожелілерді қолдану арқылы анализ жасау.

Кілттік сөздер: Жасанды нейронды желі, автоматты басқару жүйесі, идентификация, диагностика, нейробасқару.

Нейрондық желі-жасанды интелектің бөлігі, нейронды тірі заттардың сигналын өңдеу үшін қолданылады. Нейронды желілерді зерттеген (НЖЗ) авторлар (В.А. Терехова, В.М. Лазарева, А.П. Свиридова, А.Н. Горбань т.б.), және шетелдік (С.Осовского, Ф. Уоссермена, Анил К.Джейна және т.с.с).

НЖЗ негізгі атқаратын қызметіне жататындар:

- *аппроксимация функциясы,* модельдеу мәселесін шешуде және идентификация мен сигналдарды өңдеуде пайдаланылады;

-образдарды тану мен классификация функциясы, мысалы, обьект жағдайында диагностика мәселесін шешуде;

-болжау функциясы, алдын алу жағдайларын қарастырады;

-бағалау және идентификациялау функциясы динамикалық процестерді басқаруда маңызды рөл атқарады;

-ассоциативті басқару функциясы.

Шетелдік зерттеулерге қарап НЖЗ және нейрокомпьютердің заманауи келесі мүмкіндіктерін ашып берді:

-нейропакеттер;

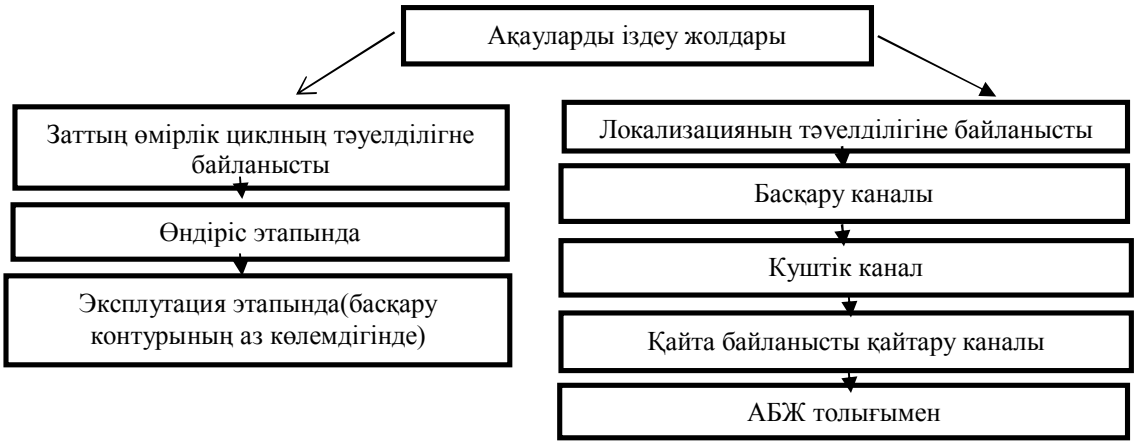
-нейрожелілік сараптамалық желілер;
-нейрожелілік алгоритмдерді СУБД үшін пайдалану;
-бейнелер мен белгілерді өңдеу;
-динамикалық жүйе мен қаржылық қызметті басқару;
-оптикалық нейрокомпьютерлер;
-вертуалды шындық жүйесі.

Қазіргі таңда бұл жобамен шамамен 300-ден аса шет елдік фирмалар айналысуда, уақыт санап келе олар күннен күнге көбеюде. Олардың ішінде Intel, DEC, IBM, Motorolla және т.б. Соңғы көрсеткіштер бойынша программадан программалық – аппаратқа нейрожелілілер арқылы нейрочиптерді жасауға көшуде. Үлкен қарқынмен әскері «Ақылды» суперЭЕМ машиналары дамытылуда.

НЖЗ–ның медицина саласында диагностикада үлкен септігін тигізді, экономикалық процестерде, қаржы мәселесін алдын ала болжауда да берер көмегі өте үлкен болды.

Өз кезегінді обьект басқару идентификациясы, синтез реттеушісі, қайта жөндеу диагностикасы, НЖЗ қолдану шектеулі. Бұл дегеніміз математикалық аппараттардың дамығанының көрсеткіші, яғни обьектілерден шыққан процессерді, басқа да көптеген шешу жолдадарды амалдарды көрсетеді. Осыған қарамастан НЖЗ-ның идентификация мен техникалық обьектілердің диагностикасында қарқында қолдануда. Мысалы, И.П. Добродеева, А.С. Макарова, Д.С. Легконогих жұмыстарында обьект орнына авиацонды газотурбиндік двигатель(ГТД) және автоматты басқару жүйесі(АБЖ) осындай двигателмен НЖЗ-да авиционлық құрылғыларда қолданылады. Функционалды адаптация арқылы нейрожелілердің әдістерінің ГТД көмегімен сапасын жоғарылату мәселесі қарастырылады. ГТД мен АБ–ның берілген программалық-аппаратта енгізілген өзгерістерін құптамау. Авицондық двигательді диагностикадан өткізгенде жоғалатын ақпараттар қазірде зеттелуде. С.Ю.Степаованың жұмысының еңбегінің арақасында нейрожелілерде оптималды фрагментацияны құру мүмкіндігін программалық- аппарат комплексін үлкен көлемді нейро желісінде құруға болады. Оған қоса, зерттеулердің нәтижесі диагностика жүргізгенде дигательге ардайым нейрожелілері моделіне ардайым ток көзі келіп тұруы проблемасы қарастырылған.

Зерттеулер мен анализдердің нәтижесі бойынша АБЖ –ның көптеген мәселесін шешу барсында ғылыми техникалық жетістіктерге сұранысы төмен. Көп жағдайда, АБЖ –нің локализациясы мен жөндеуге келмейтін жағдайлары микробасқарумен микропроеессорда құрылуы қарастырылуда. 1-суретте қайта жөнделмеу мен заттаың өмірлік циклына тәуелділік көрсетілген және басқару жүйесінің каналдары.



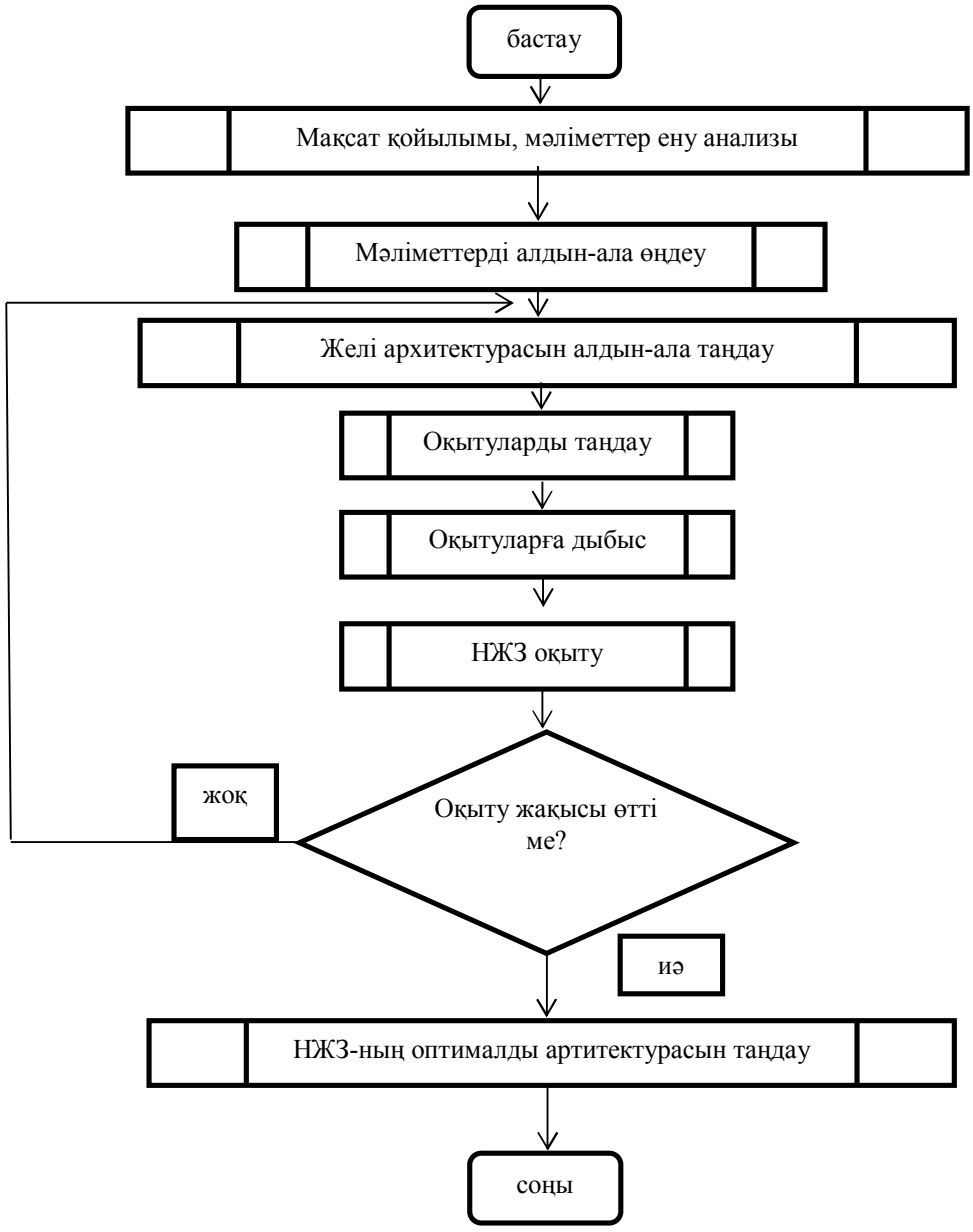
1-сурет. АБЖ-да ақауларды іздеу жолдары.

Жаңа алгоритмдерді құру АБЖ –сі арқылы НЖЗ –дің беретін мүмкіндігі өте үлкен, сапасын, мүмкіндіктерін жоғарылатады және қаржы жағынан үнемді болады. Алайда, АБЖ –дің диагностикасында НЖЗ көмегімен бірнеше проблемалар шешілмеген, олардың ішінде:

- НЖЗ-де формальды әдістердің жетіспеушілігі;
- НЖЗ-ді оптимизация әдістерінің процессте аздығы, ол дегеніміз меңгеру мен уақыттың бос кетіп, көптеген қателерге алып келеді;

- қате қиындығының жоғарғы комбинаторикасы, ол НЖЗ-рі топологиясы автоматты құрылумен байланысты, көптген жағдайларда НЖЗ-дің базасында интеллектуалды ақпараттық технологияларды дамытуға мүмкіндік бермейді.

Жалпы тұрғыда аппорсимация және классификация алгоритмнің құру келесі суретте көрсетілген.



2-сурет. НЖС қолданудың құрылымы мен аппроксимациялық есептерді шешудің блок-схемалық алгоритмі.

НЖЗ терминдерінде ақаулықтарды диагностикалау тапсырмасы топтастырулар және бейнелерді тану тобына жатады. Тапсырма қойылымынан кейін және кіріс деректерін талдаудан кейін алдын-ала деректер өңдеуден өтеді, экстракция туындайды (құрамын анықтау). Бұл бейненің сипатталуы мүмкін болатын орын ауыстырудан, алмасудан, масштабталудан тәуелсіздігін қамтамасыз ететін түрге келуі керектігімен байланысты. Осындай өзгрістердің нәтижесінде нейронды желілер кірісін тануға мүмкіндік беретін бейнелердің құрамының мағынасы бір ретке келеді. Ол үшін орындалатын тапсырманың ерекшелігіне қарай таңдалынатын әр түрлі әдістер(статикалық моменттер әдісі, Фурье өзгерістер әдісі, толқындық өзгерістері, PCA өзгерістері, Карьюнена-Лёве өзгерістері т.б.) жасалған.

Әрі қарай желі архитектурсының алдын-ала іріктеуі жүреді. Онын ішінде:

— желі қабатының санын таңдау;

— әр қабаттағы нейрондар санын таңдау;

— қабаттар арасындағы қажетті байланыстарды анықтау.

Желінің ақтық схемасын таңдау бойынша шешім оның құрылымының әр түрлі нұсқаларын толыққанды үйренгеннен кейін жүзеге асады. Үйрену кезеңіне таңдайтын оқушыларды іріктейді және жақсы жаттыққан желі үшін желі біркелкі бейнені көрсетеді және кіріс сигналдар көлемі анықталған аралықта жатыр деп есептеп, оның әртүрлілігі шығыс сигналдарына әсер етпейтінін өндіру тапсырмасы маңызды болып табылады.

Желіні үйрету ақауларды диагностикалау тапсырмасын шешу жағдайында, көбінесе, оқытылатын алгоритмдердің біреуін оқытылатын көп деректерге, сонымен қатар танымға жататын бейнелердің барлық класстарына қолдану арқылы қарама-қарсы тарату әдісі туындайы. Экстракцияның барлық фазаларынан өткен классификацияланатын бейне қалпына келтіру режимінде желіге кіреді, талап етілетін классқа сәйкес шығыс нейронын оятады.

Тиімді желіні іріктеудің ең маңызды белгісі байланысқа қабілеттілігі болып табылады. Үйретілетін таңдайшылардың кейбір жиынтығында машықтанған желі сол жиынтыққа жататын, бірақ үйрету процесіне тікелей қатыспайтын деректер кірісіне ұсыныс жжасағанда болжалды нәтижені тудырады. Желінің тиімді құрылымын іріктеу жасырын нейрондар саны мен олардың арасындағы байланысының азаюына алып келеді, яғни әр түрлі әдістермен (сезімталдығын есепе ала отырып, айып функциясын қолдана отырып) жасалынған желілердің кеммуіне немесе желіні күшейтуге (Мезард-Надал, Мерчанд алгоритмі, Ли-Тафтс әдісі, С.Фальманның каскадты коррелияция алгоритмі) алып келеді.

НЖЗ қолданудың келешегі бар басқа бағыттарына, жоғарыда айтып кеткендей, техникалық объектілерді идентификациялау және динамикалық процесстерді басқару жатады. Қазіргі кезде НЖЗ-ны САУ-да практикалық түрде қолданудың кейбір мәселелері ғана шешілген. САУ-да нейрореттегіштерді қолдану жайлы сұрақтар толық айтылмаған, сонымен қатар, әр түрлі қиындықтағы басқару объектілерінің (БО) нейрожелілік моделін тұрғызудың формальді әдістері жоқ. Берілген класстың бөлек жеке тапсырмасын шешу үшін рекурентті және рекурентті емес НЖЗ қолдану үлгілері бар.

Соңғы жылдары НЖЗ-ң берілген қолдану облысына ғылыми қызығушылықты констрациялауға (белгілеуге) болады. Бұл байланыста В.Л.Елисееваның стационарлы және стационарлы емес объектілерді басқаруға арналған нейрожелілік алгоритмдерді өңдеу және зерттеуге арналған еңбегін ескеріп кеткен жөн [12], сонымен қатар С.А.Агвамидің [13] және А.А.Анисимовтың [14] сызықты емес көпбайланысты объектіні басқару үшін бейімделген нейрореттегішті синтездеу және НЖЗ қолдана отырып элетромеханикалық жүйелерді сәйкестендіру сұрақтарын қарастыратын еңбегін. Ерекше көңіл аударуға тұратын В.Б.Трофимовтың [15] тұрғыру мәселесін және жабық басқару контурында объектілердің нейрожелілік моделін үйрету, нейросарапшылық таным өндірісінің ғылыми-әдістемелік негізін ұйымдастыру мәселесін жинақта шешуге талпынған еңбегі бар.

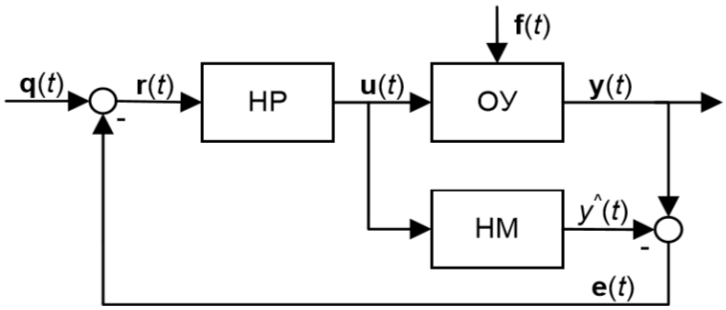
Келтірілген дереккөздерді талдау НЖЗ аппараттарын қолдану арқылы техгикалық объектілерді сәйкестендірудің келесі артықшылықтары бар екенін көрсетеді:

— БО-ң нейрожелілік моделін үйрету сәтті өткен жағдайда негізінде табыстама функция жатқан модельге қарағанда, әсіресе күрделі математикалық сипаттамасымен асқан реттіліктегі объектілерді сәйкестендіру кезінде нақтырақ болып саналады;

— Нейрожелілік модельді қолдану БО динамикасын әр түрлі режиде модельдеуге мүмкіндігін береді, соның ішінде қолда бар лабораторлық құрылғыда жасау мүмкін емес, айрықша дүниелерді жасауға мүміндік береді;

— Нейрореттегіштер стационарлы емес және бөлек параметрлері бар объектілермен жоғарғы сапалы САУ жинақтауға мүмкіндік береді.

3-суретте БО-нің нейрожелілік моделімен және нейрореттегіштермен САУ-ң әр түрлі дереккөздегі сұлбасында кеңінен дәлел келтіріледі. Дегенмен берілген сұлбаның кемшілігі БО-нің нейрожелілік моделінің инверттелуі негізінде нейрореттегіш синтезінің нақты алгоритмі талап етілуі, сонымен қатар НМ және НР салмақтық коэффицентерін іріктеулер арасындағы өзара байланыс нақты түрде бақыланбайтыны болып табылады. Және де НМ мен НР-ң НЖЗ болып бірігу мүмкіндігі туралы сұрақты анықтау талап етіледі.



3-сурет. САУ-ң басқару объектілерінің нейрожелілік моделімен және нейрореттегішпен бірге құрылымдық сұлбасы; НР - нейрореттегіш; БО -басқару объектісі; НМ – БО-ң нейрожелілік моделі; q(t) – тапсыры берушіден сигнал; r(t) – НР-ге кіру кезіндегі сигнал; u(t) – НР қалыптастыратын әрекеттерін басқару; f(t) – келіспеушілік әрекеттері; y(t) – БО-н шығу кезіндегі сигнал; yˆ(t) – НМ-н шығу кезіндегі сигнал; e(t) – қате сигналы.

Тағы бір бөлек мәселе – нейрожелілік модельді үйрету. Саннан дәстүрлі қабылданатын тәжірибелі түсірілген БО таратылымының қисықтары сияқты сәйкестендірудің анағұрлым ақпараттық әдістерін анықтау қажет. u(t) басқарушыларының түрлі амал құруы кезінде және f(t) келіспеушілік әрекеттері, қисық шығыс кезінде және т.б,сондай-ақ принципті түрде жаңа, НЖЗ үйрету процесінің ерекшелігін есепке алуы. Астатикалық нейрореттегішерді САУ-да қолдану сұрағы жұмыстарда мүлдем баяндалмаған.Нейрореттегішредің синтезіне қолданылатын өзекті тапсырма ПИД-реттегіштің, астатикалық күй реттегіштің және аналогты жүйелердің нейрожелілік аналогын САУ-да қолдану негізінде реттегіштен қатесіз нәтиже алу.

Қазіргі уақытта келешегі мол диагностиканың міндеттерін шешу үшін НЖЗ-ны пайдалануы болып табылады және болжау болып табылады, әсіресе, зерттелетін объект немесе оқиғалардың формалды сипаттамасының тәсілдері болмаған салаларда келешегі мол.

Сәйкестендірудің міндеттерін шешу үшін және НЖЗ-ның көмегімен техникалық объектілер диагностикалау үшін объектінің, НЖЗ-ның типі бастапқы сипаттамасын таңдаудың формалды әдістерін жасау талап етіледі, ол НЖЗ үйрету алгоритмін таңдауға негізделген және үйрету процесіндегі оптимизация әдістері.

НЖЗ терминдерінде техникалық объектінің сәйкестендіру тапсырмасы аппроксимайия тапсырмалар класына жатады,ал ақаулықтар диагностикасының тапсырмасы – классификациялық және бейне тану тапсырмалар тобына жатады.Соңғы жылдары нейрожелілік алгоритмдерді жүзеге асыруда бағдарламалықтан аппараттық-бағдарламалыққа өту үрдісі бақылануда. Заманауи бағдарламалық-техникалық жабдықтар қолданылатын алгоритмдердің қиындығына шек қойылмаған, бірақ НЖЗ негізіндегі басқару жүйелеріндегі потенциалды мүмкіндіктері үшін осындай жүйелерді құруға жаңа концептуалды тәсілдер жасау талап етіледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.

2. Лазарев В.М., Свиридов А.П. Нейросети и нейрокомпьютеры. – М.: Изд-во МГТУ РЭА, 2011. – 131 с.

3. Легконогих Д.С. Применение нейросетевых технологий в системах диагностики авиационных силовых установок // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. – Т. 14. – №4(2). – С. 639–643.

4. Добродеев И.П. Повышение эффективности нейросетевых моделей в системах диагностики технического состояния газотурбинных двигателей на основе функциональной адаптации: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Рыбинск, 2010. – 16 с.

5. Макаров А.С. Алгоритмы контроля и диагностики систем управления авиационными ГТД на основе нейросетевых моделей и нечеткой логики: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2011. – 19 с.

6. Метод диагностирования авиационных двигателей в условиях частичной потери информации / Е. Копытов, В. Лабендик, А. Осис, А. Тарасов // Тр. II Междунар. науч.техн. конф. «Авиадвигатели XXI века». – М.: ЦИАМ, 2005. – С. 246–247.

7. Степанов С.Ю. Проектирование процедур организации управления объектами машиностроения на основе аппарата фрагментации больших нейронных сетей: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Москва, 2011. – 22 с.

8. Скалозуб В.В., Швец О.М. Нейросетевые модели диагностики электродвигателей постоянного тока // ІКСЗТ. – 2009. – № 4. – С. 7–11.

9. Керенцев Е.В. Анализ методов диагностирования двигателей постоянного тока на автомобиле // Вектор науки ТГУ. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2011. – № 3(17). – С. 50–53.

10. Коровин Я.С. Методы и средства оперативной диагностики состояния электроцентробежных насосов нефтедобывающих скважин на основе нейронных сетей: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Таганрог, 2011. – 22 с.

11. Воеводин Ю.Ю. Методы и алгоритмы структурно-параметрического синтеза нейросетевой модели для формирования интеллектуальных информационных технологий: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Волгоград, 2009. – 19 с.

12. Елисеев В.Л. Разработка и исследование нейросетевых алгоритмов управления стационарными и нестационарными объектами: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Москва, 2012. – 22 с.

13. Агвами С.А., Коломейцева М.Б. Синтез адаптивного нейрорегулятора для управления нелинейным многосвязным объектом // Вестник МЭИ. – 2011. – № 6. – С. 209–215.

14. Анисимов А.А., Горячев М.Н. Идентификация электромеханических систем с использованием искусственной нейронной сети // Вестник ИГЭУ. – 2008. – Вып. 3. – С. 55–58.

15. Трофимов В.Б. Методы и алгоритмы построения нейроэкспертных систем автоматического контроля и управления технологическими процессами (на примере черной металлургии): автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Новокузнецк, 2008. – 22 с.

REFERENCES

1. Osovskiy, S. Neyronnye seti dlya obrabotki informatsii [Artificial Neural Networks for Information Processing]. Moscow, Finansy i statistika, 2002. 344 p.

2. Lazarev, V.M., Sviridov, A.P. Neyroseti i neyrokomp'yutery [Neural Networks and Neural Computers]. Moscow, MGTU REA, 2011. 131 p.

3. Legkonogikh, D.S. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk, 2012, vol. 14, issue 4(2), pp. 639–643.

4. Dobrodeev, I.P. Povyshenie effektivnosti neyrosetevykh modeley v sistemakh diagnostiki tekhnicheskogo sostoyaniya gazoturbinnykh dvigateley na osnove funktsional'noy adaptatsii. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Increasing the Efficiency of Neural Networks Models in Gas Turbine Engine Diagnostic Systems based on Functional Adaptation. Synopsis, Cand. tech. sci. diss.]. Rybinsk, 2010. 16 p.

5. Makarov, A.S. Algoritmy kontrolya I diagnostiki system upravleniya aviatsionnymi GTD na osnove neyrosetevykh modeley i nechetkoy logiki. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Control and Diagnostic Algorithms for Aviation Gas Turbine Engine Control Systems based on Neural Networks Models and Fuzzy Logic. Synopsis. Cand. tech. sci. diss.]. Ufa, 2011. 19 p.

6. Kopytov, E., Labendik, V., Osis, A., Tarasov, A. Metod diagnostirovaniya aviatsionnykh dvigateley v usloviyakh chastichnoy poteri informatsii [Aviation Engine Diagnostic Method in Condition of Partial Information Losses]. Trudy II Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Aviadvigateli XXI veka» [Works of the IInd International Scientific and Technical Conference «AviaEngines of the XXI century»]. Moscow, CIAM, 2005, pp. 246–247.

7. Stepanov, S.Yu. Proektirovanie protsedur organizatsii upravleniya ob»ektami mashinostroeniya na osnove apparata fragmentatsii bol'shikh neyronnykh setey. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Designing the Control Organization Procedures of Maching-building Objects on the basis of Fragmentation Apparatus of Big Neural Networks. Synopsis. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 2011. 22 p.

8. Skalozub, V.V., Shvets, O.M. IKSZT, 2009, issue 4, pp. 7–11.

9. Kerentsev, E.V. Vektor nauki TGU, 2011, issue 3(17), pp. 50–53.

10. Korovin, Ya.S. Metody i sredstva operativnoy diagnostiki sostoyaniya elektrotsentrobezhnykh nasosov neftedobyvayushchikh skvazhin na osnove neyronnykh setey. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Operative Diagnostic Methods and Means for Electric Centrifugal Pumps of Oil Wells based on Artificial Neural Networks. Synopsis. Cand. tech. sci. diss.]. Taganrog, 2011. 22 p.

11. Voevodin, Yu.Yu. Metody i algoritmy strukturnoparametricheskogo sinteza neyrosetevoy modeli dlya formirovaniya intellektual'nykh informatsionnykh tekhnologiy. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Methods and Algorithms of Structural and Parametric Synthesis of Neural Network Model for Developing the Intellectual Information Technologies. Synopsis. Cand. tech. sci. diss.]. Volgograd, 2009. 19 p.

12. Eliseev, V.L. Razrabotka i issledovanie neyrosetevykh algoritmov upravleniya statsionarnymi i nestatsionarnymi ob»ektami. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Development and Research of Neural Networks Control Algorithms for Stationary and Nonstationary Objects. Synopsis. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 2012. 22 p.

13. Agvami, S.A., Kolomeytseva, M.B. Vestnik MEI, 2011, issue 6, pp. 209–215.

14. Anisimov, A.A., Goryachev, M.N. Vestnik IGEU, 2008, issue 3, pp. 55–58.

15. Trofimov, V.B. Metody i algoritmy postroeniya neyroekspertnykh sistem avtomaticheskogo kontrolya i upravleniya tekhnologicheskimi protsessami (na primere chernoy metallurgii). Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Methods and Algorithms of Neuro-expert automatic control systems designing for technological processes (the example of the steel industry). Synopsis. Cand. tech. sci. diss.]. Novokysnetsk, 2008. 22 p.

Бейбітхан Е.

Проблемы и перспективы использования искусственных нейронных сетей для идентификации и диагностики технических объектов

Резюме. Для улучшения показателей качества систем автоматического управления актуальной является задача разработки новых алгоритмов идентификации и диагностики технических объектов. Одним из путей решения задачи является применение искусственных нейронных сетей.

В целях исследования проблем использования искусственных нейронных сетей для идентификации и диагностики технических объектов проведен анализ научных работ по данной тематике за последние годы.

Рассмотрены существующие подходы к построению систем диагностики неисправностей, а также систем автоматического управления на основе искусственных нейронных сетей.

Результаты приведенного анализа могут быть использованы при разработке новых методов и алгоритмов идентификации и диагностики технических объектов на основе нейросетевых анализаторов.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, система автоматического управления, идентификация, диагностика, нейрорегулятор.

Beibitkhan Y.

Problems and Prospects of Artificial Neural Networks Applying for Identification and Diagnostics of Technical Objects

Summary. The authors consider the urgent problem of development of new identification and diagnostics algorithms for technical objects for improving the quality characteristics of automatic control systems. One of the approaches to solve the problem is artificial neural networks applying.

To research the problem of using the artificial neural networks for identification and diagnostics of technical objects the analysis of the scientific works on this theme for recent years is carried out.

The existing approaches to diagnostic systems of troubles and automatic control systems designing based on artificial neural networks are considered.

The results of analysis can be used for developing the new identification and diagnostic methods and algorithms using the artificial neural networks.

Key words: artificial neural network, automatic control system, identification, diagnostics, neuro-controller.

ЖОК 655. 753 (075)

Ш.Қ. Сақабекова

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, sholpansakabekova@mail.ru**)**

ӘР ТҮРЛІ ТҮС КЕҢІСТІГІНДЕГІ БЕЙНЕЛЕРДІҢ ТҮС КОРРЕКЦИЯСЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТҮРДЕ ТАЛДАУ

Аннотация. Бұл мақалада бенелік ақпараттарды өңдеу үшін әр түрлі кеңістікте түс түзетуі қарастырылған. Бүгінгі күндегі компьютерлік бағдарламаларда түсті бейнелерді өңдеу мүмкіндіктері кеңінен қолданған.

Бұл жұмыста Adobe Photoshop графикалық бағдарламада бейнеде түзету жұмысын жүргізу туралы ақпарттар берілген, латексі, сандық, струйынды әдістерімен таңба басылған бейнелерді өңдеу үрдістері және түс кеңістігінің қисықтары келтірілген.

Түйін сөздер: түс коррециясы, түс кеңістігі, бейнелі ақпараттарды өңдеу

Түс ─ жарықтың шағылуы арқылы адам көзіне көрінетін түрлі спектрлі құрам немесе 400- 700 нм аралығындағы сәуленің әсерінен пайда болатын түстілік сезіну.

Түстік кеңістік ─ бұл геомитриялық көзқарас, координаталық жүйеге және қабылданған масштабқа негізделген немесе түстердің көлемі туралы геометриялық кеңістік деп айтсақ та болады.

Бұл ұғым түсінікті болуы үшін тұрмыстық жағдайда көп пайдаланатын фотоаппараттағы кеңістікті сипаттайық:

1 кеңістік: фотаппаратта түсірілген сурет (көзбен қабылданған түстік кеңістіктен фотоаппараттағы түстік кеңістікке ауысуы);

2 кеңістік: мониторда көрінеді (фотоаппараттағы түстік кеңістік монитордағы түстік кеңістікке ауысуы);

3 кеңістік: принтерда шығарылады (фотоаппараттағы түстік кеңістіктің принтердегі түстік кеңістікке ауысуы).

Жиі қолданылатын негізгі түстік кеңістіктер: RGB; CMY (CyanMagenta Yellow);CMYK (Cyan Magenta Yellow Key, Key- түзетуші қара түс); XYZ; HSB; Lab; HSV (Hue, Saturation, Value); HLS (Hue, Lightness, Saturation) және басқалары.

Сандық технологияда көбіне төрт кеңістіктер қолданылады: RGB, CMYK, HSB және Lab.

Түстік кеңістіктердің ауысуы кезінде ең негізгі қарастырылатын, зерттелетін түстік шкалалар-қанықтылық, ашықтық және түстік рең.

Тәжірбие жүргізу нәтижесінде мониторлар мен принтермен жұмыс істегенде қосымша *абстрактивті түстік кеңістіктер* ұсынылған. Ол компьютелік графикада және полиграфияда кеңінен қолданылады.

Солардың ішінен ең белгілері:

- sRGB IEC61966-2.1- HP и Microsoft үшін ұсынылған кеңістік. Көптеген монитордағы түстік қамтуға сәйкес келеді. Суреттерді интернетте жариялау үшін қолданылады.
- Adobe RGB 1998- Adobe бағдарламасында суреттерді басуға дейінгі өңдеу үшін ұсынылған.

Көбінде компьютерлік графикада, браузерлердегі бейнелер сапалы көріну үшін түстік кеңістіктерді салыстырады.

RGB түстік кеңістігі компьютердегі, теледидардағы, сканердегі, сандық

фотоаппараттағы мониторларда қолданылады.

CMY кеңістігі полиграфияда қажетті негізгі модель. Ол жүйені «полиграфиялық триада» немесе үштік түс деп атайды. Сонымен қоса, растрлық процессорларда (RIP) қолданылады.

Төрт негізгі түстер көгілдір, қызыл- қошқыл, сары және қара арқылы өңделіп, басып шығару құрылғыдан принтерден шығады.

Төменде эксперименттік талдау нәтижесінде үш басылым әдісі салыстырып алынды. Салыстыру мақсаты басылым өнімнің көзге көрінетін айырмашылықтарын дәлелдеу.

1-кесте. **Салыстыру нәтижесінде алынған оптикалық тығыздықтары**

Латексті басылым	Сандық басылым	Бүрікпелі басылым
RGB =0.190	RGB = 0.185	RGB = 0.050
CMYK =0.051	CMYK= 0.040	CMYK =0.065
LAB = 0.185	LAB = 0.190	LAB = 0.055

Басылым бейнелерінде айрмашылықтарды ретке келтіретін арнайы профайл қолданады. Профайл бұл принтер драйверіне қосымша файл, яғни принтердің басу «головкасына» қаншалықты бояудың түсін шығару үшін араластыру керегін ақпарат беріп отыратын файл.

Профайлда LAB түстерінің RGB (CMYK, CMY) сандық мәніне сәйкес келетін кесте бар. Осы ақпаратқа қарап, LAB жүйесі зерттелетін түс кеңістігінің қай бөліктерің жабатынын көре аламыз.

Профайл, дәлірек айтқанда түстік профайл (color profile) Кей кезде «профиль» деп аталады, бірақ ол қате (ол ағылшын тілінен profile француз тілінен аударғанынан болған). Профайлдың негізгі мақсаты- кез-келген компьютерде, видеокамерада және сканерде түрлі-түсті бейнелермен ауқымды жұмыс істеу.

Профайлдың мүмкіндіктері

Алғашында профайлсыз ақ жұмыс істеуге тырысты. Мониторлар 14 дюймнан болғанда, видеокамералар 256 түстен шығару мүмкіндігі бар. Сандық камераларда ондай мүмкіндік болған жоқ.

Монитордың сапасы жоғарылағанда, видеокарталар 16 биттік түстер шығара бастады (65536 сан алуан түстер). Сандық фотокамераларда бір кемшілікті байқады.

Түсірілген монитордан шығарушы мониторға ауыстырғанда, суреттердегі түстерді балансы өзгеріп кетті. Түстің диапазоны мен ашықтығының өзгеруі анық байқалды. Көктемгі гүлдің бетінде сарғаю пайда болып, дақтар орналасты. Оны төмендегі суреттен байкауға болады. Бір бейне екі мониторда екі- түрлі болып көрінді. Бұл фотографиядағы түстік баланс кемшіліктері.

а **б**

Сурет 1. Әр түрлі кеңістіктегі бейненің түрленуі: а монитордағы бейне; б- басылып шығарылған бейне.

Кемшіліктерді жою үшін 1994 жылы түстің дәлдігін анықтау және түс ашылуы жөнінде басқару жүйесі (Color Management System) жұмыс жасай бастады. Ол жүйенің негізгілеріне жататыны- профайлдар.

Adobe Photoshop бағдарламасы. Adobe Photoshop бағдарламасын ашқан кезде түстерді басқаруды реттейді. Ол бағдарламаны ашқан кезде міндетті түрде профайл таңдау керек.

sRGB таңдалуы. 1996 жылы sRGB стандарты қолдау тапты және де әлі күнге дейін басқа профайлдарға қарағанда кемшілігі жоқ. Камера, принтер мен мониторлар sRGB жүйесін қолдайтын болса, басқа жүйені таңдап қажет емес. Себебі, басқа кеңістікті таңдаған жағдайда, sRGB стандартынан артық бола алмайды, керісінше кемшіліктер болуы мүмкін.

Жоғарыда көрсетілген суретте сандық бағдарламада түсті жөндегенде, sRGB кеңістігі автоматты түрде таңдалатынын байқауға болады.

Қорытындылағанда әрбір сапалы бейне түстік кеңістіктегі түс коррекцияларының берілуіне тәуелді екенін қарастырылды.

Түс коррекциясы – тапсырыс келгеннен таралымға шыққанға дейінгі түс көрсеткіштерін бақылау. Полиграфия саласында атқаратын қызметі- сканерден енгеннен пинтерден шыққанға дейінгі бірдей түс алу.

Сай келетін компьютерлік бағдарлама Adobe Photoshop түстік кеңістігінде орындалады. Ең жиі қолданылатын 3 түстік кеңістік салыстырылды (RGB, LAB, CMYK)

RGB – ең танымал түс кеңістігі, теледидар, мониторлар, сандық фотоаппараттар осы жүйеде орындалады. Мысалы, сапасыз текстті тексеру үшін де маман RGB ережесіне ауыстырып қарайды.

CMYK –көбіне баспаханада қолданады, себебі 4 түсті қағазға жағу барысында түсті бейне алынады.

LAB –жарықтылық және қаныққандық сияқты қасиеттерімен анықталады, бірақ жеке монохроматты сәулелер арқылы емес, түстің спектрлі интервалы арқылы алынады.

Зерттей келгенде, түсті заманауи басылымда түспен жұмыс жасау үшін ең тиімдісі- RGB түс кеңістігі. Адам көзінің рецепторының қабылдауына да жеңіл әрі қолайлы. RGB бейне әр форматта сақтала алады.

Салыстырмалы талдау жасау барысында әр түстік кеңістіктің жеке мінездемелеріне тоқталып, бағдарламада болатынын кемшілікті жою үшін түстің дәлдігі анықталды. Ол үшін төрт әдісті қарастырдық: Absolute colorimetric, relative colorimetric, saturation, perceptual. Бұл әдістер бір түстік кеңістіктен екінші түстік кеңістікке ауысқанда, кейбір түстер ашпай қалуы мүмкін. Сол үшін колориметриялық жүйеде келесі түстік кеңістікке жақын түске ауыстырады. Оны профайл арқылы ауыстырады.

Зерттеу барысында латексті, бүрікпелі және сандық басылым әдістерімен бейнені басып шығарған кезде, латексті басылым әдісімен шығарған бейне сапа жағынан ең тиімді түс өңдеуін береді. Оны көзбен көру арқылы салыстырып, оптикалық тығыздығы өлшенді.

Түс коррекцияларының мүмкіндіктері заманауи технологияда өте зор және бейнелермен жұмысты жеңілдететінін қорытындыланды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1]Бәзілов Ж.Ж. Полиграфия өндірісінің негіздері. –Алматы.- Дәуір, 2010.

[2] Сақабекова Ш.К. Түс теориясы және түсті ұдайы өндіру. Оқу әдістемелік кешен. ҚазҰТУ , 2010.

[3]Домасев М.В., Гнатюк С.П. Реже, аббревиатуру произносят "смюк". Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения. СПб., Питер, 2009.

[4] Петров М., Молочков В. Компьютерная графика .Учебник для вузов. - СПб.: Питер, 2002. - 736 с.: ил.

[5]Adobe Photoshop CS3 Завгородний В. – СПб.: Питер, 2008 – 368 с.

[6]Компьютерная графика. Элективный курс: Учебное пособие + Практикум. Залогова Л.А. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.

[7] Шишкин В.В., Шишкина О.Ю., Степчева З.В. Графический растровый редактор Gimp: учеб. пособие. – УлГТУ, 2010 – 120 с.

REFERENCES

[1] Bazilov J.J Poligrafia ondirisinin negizderi. -Almatı.- Daur 2010.

[2] Sakabekova S.K. Tus teoriasa jane tusti udai ondiru. Oku adiastemelik keshen. KazUTU, 2010.

[3] Domasev MV, Gnatyuk SP Reje, abbreviaturu proiznosat "smyuk". Svet, upravlenie svetom, svetovie raseti I izmerenya. SPb., Piter, 2009.

[4] M. Petrov, V. Molochkov Computer Graphics .Uchebnik dlya vuzov. - SPb .: Peter, 2002. - 736 s.

[5] Adobe Photoshop CS3 Zavgorodniy V. - St. Peter, 2008 - 368 s

[6] Computer Graphics. Elektivnıy course: Uchebnoe posobie + Praktikum. Zalogova LA - M .: Binom. Laboratory znaniy, 2005.

[7] Shishkin V.V, Shishkin O.U., Stepcheva Z.. Graphicheskiy rastroviy redaktor Gimp: uchebnoe posobie. - UlGTU, 2010 - 120 s.

Сакабекова Ш.К.

Сравнительный анализ коррекции изображений в различных цветовых пространствах

Резюме. В результате исследования для получения высокого качества цветовоспроизведения более оптимальным вариантом является работа в цветовом пространстве RGB для обработки изображений тремя способами современной печати, связано с восприятием цвета зрительного рецептора человека. Различные цветовые ощущения вызывают разноокрашенные предметы, их разноосвещённые участки, а также источники света и создаваемое ими освещение.

Ключевые слова: цветное изображение, цветовая коррекция, цветовое пространство

Sakabekova S.K.

Comparative analysis of image correction in different color spaces.

Summary. As a result of research to produce high quality color reproduction

better option is to work in the RGB color space for image processing in three ways modern printing due to the visual perception of color the human receptor. Different color sensations cause of differently colored objects raznoosveschënnye their areas, as well as light sources and lighting produced by them.

Key words: color image, color correction, color space

УДК 66.022.51

Д.Б. Маркабаева, А.Т. Апсеметов, Қ.Е. Арыстанбаев
(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті
Қазақстан, Шымкент қаласы, erdesova@mail.ru)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ НЕДОСТАТКА В РАБОТЕ ДРОБИЛКИ

Аннотация. Предложено математическое описание скорости процесса измельчения материала в молотковой дробилке, а также технологическое решение, позволяющее в значительной степени устранить недостаток в работе дробилок за счет применения преобразователей частоты.

Ключевые слова: комбикорм, дробление, смешение, математическая модель, скорость процесса, двигатель, преобразователь частоты, регулирование.

Актуальность работы. Прочная кормовая база является основой увеличения продукции животноводства. Комбикорм в современном представлении – это многокомпонентный продукт высокого кормового достоинства, привлекательный для потребителя по критерию снижения затрат на выпуск его конечной продукции - мяса, молока, яиц и рентабельный при этом для производителя комбикорма. Компоненты комбикорма должны быть отдозированы в строгом соответствии рецепту, технологические режимы всех используемых процессов (дробление, размол, смешение, грануляция и т.п.) должны выдерживаться с заданной точностью [1].

Очевидно, что без средств контроля и управления измельчением, дозированием, смешением компонентов и другими технологическими процессами получить гарантированный результат при производстве комбикормов практически невозможно. Большинство действующих комбикормовых производств оснащены системами автоматизированного контроля и управления устаревших типов. Это существенно ограничивает возможности производства современных комбикормов, снижает производительность и гибкость, не позволяет вести полный учет сырья и готовой продукции, обуславливает значительную зависимость качества комбикорма от человеческого фактора.

Одной из начальных основных операций в технологическом процессе производства комбикормов и многих пищевых производствах, а также самой энергоёмкой является измельчение, поэтому снижение энергоёмкости данного процесса, повышение качества измельчения являются актуальными задачами, решению которых посвящена данная работа.

Постановка задачи. Для оптимального и экономически выгодного осуществления операции дробления различных компонентов необходимо исследовать и подобрать адекватную математическую модель этого процесса, а также, разработать технологическое решение по устранению недостатков, имеющих место при использовании нерегулируемых двигателей в процессе дробления.

Молотковые дробилки являются универсальными машинами и могут использоваться для измельчения любых компонентов комбикормов для получения однородной массы по крупности и составу [2].

Для измельчения зерна и других компонентов в кормопроизводстве, а также в пищевой промышленности широко применяются молотковые дробилки. Процесс, происходящий в её рабочей камере можно охарактеризовать наличием протекающих трёх этапов:

- питание (подача сырья);
- дробление (измельчение, переработка материала);
- отведение готового продукта.

В рабочей камере молотковой дробилки при постоянном процессе измельчения (постоянном поступлении сырья) имеется определенная часть измельчаемого материала, так называемого продуктово-воздушного слоя, в котором все частицы находятся в различном состоянии раздробленности.

Продуктово-воздушный поток под воздействием центробежной силы барабана отбрасывается на периферию рабочей камеры дробилки и вращается по кругу, размещаясь тонким слоем. Сырье, в свою очередь, измельчается путём многократного ударного воздействия молотков, острых граней рифлей дек, кромок отверстий решета, а также независимо при вращении и взаимном столкновении в самом продуктово-воздушном слое [3].

Динамическую систему дробилки можно представить в виде физической модели, состоящей из трёх звеньев:

1) Барабан – как генератор ударных импульсов, в результате образуются новые частицы измельчаемого материала;

2) Продуктово-воздушный слой – как регулятор массы (ёмкости), который поддерживает равновесие между двумя разными процессами, происходящими одновременно процессом «размножения» частиц (производительность барабана) и процессом «исчезновения» частиц (производительность решета).

3) Перфорированная поверхность дробильной камеры - решето, позволяющее управлять количеством материала, находящегося в рабочей камере дробилки.

Процесс работы дробилки нужно рассматривать как стохастический, описываемый вероятностно-статистическими методами. Установившийся режим работы дробилки представляет собой непрерывный, случайный, стационарный процесс, который с учётом указанных выше составных элементов можно сравнить с марковским случайным процессом «размножения и исчезновения частиц» [2, 4].

Действие физической модели сводится к «испытанию на проход», под которым понимается каждый случай отбрасывания частицы на решето. Если размер частицы позволяет проходить через решето, то она «исчезает», в противном случае она вновь попадает в зону действия молотков, но уже ещё более раздробленной. Известно [3], что у всякого тела есть дефекты структуры, слабые места, из-за этого их прочность значительно снижается. При дроблении наиболее слабые связи разрушаются в первую очередь [3,4]. Вследствие того, что дефекты в перерабатываемом материале распределены

случайно, поверхности раздела образуются также по случайным направлениям, что и предопределяет некоторую неравномерность гранулометрического состава конечного продукта. Из-за этих объективных причин невозможно достичь абсолютной равномерности размеров и форм частиц при измельчении сырья.

В молотковых дробилках материал измельчается путём многократного ударного воздействия молотков и истирания при проходе их в среде движущегося слоя и одной из важнейших параметров кинетики процесса измельчения является время пребывания материала в камере дробления «время жизни частиц» (количество ударов молотков по измельчаемому материалу). Число ударов, необходимое для достижения определённой степени измельчения, является величиной случайной и имеет логарифмически-нормальное распределение.

Для «замкнутой системы», т. е. без отвода продукта из рабочей камеры процесс дробления подобен процессу «чистого размножения» и описывается следующей зависимостью:

$$\lambda = \exp(\alpha \cdot \ln(t+1)) \tag{1}$$

где α – параметр процесса; t – время.

Данная зависимость является математической моделью процесса измельчения материала в дробильной камере, определяющее изменение степени измельчения λ и суммарного остатка Rx во времени.

Из зависимости (1) определяется параметр процесса α:

$$\alpha = {\lg \lambda}\big/{\lg(t+1)} \tag{2}$$

Но в рабочей камере дробилки протекает ещё второй процесс – прохождение измельчённых частиц через решето, он также описывается своим уравнением кинетики: $\exp(\mu t)$

При рассмотрении обоих процессов вместе, т. е. процессы «размножения» и «исчезновения» частиц, уравнение кинетики процесса работы дробилки примет следующий вид:

$$G = G_0 e^{\alpha \ln(t+1) - \mu t} \tag{3}$$

где G_0 – число кусков в камере в начале процесса при t = 0; G – текущее значение числа кусков во времени; μ – параметр процесса просеивания.

При установившемся режиме работы дробилки поддерживается статистическое равновесие, т. е. интенсивность обоих процессов появления новых частиц и частиц, уходящих через решето одинакова.

Зная время пребывания частицы в дробильной камере, можно определить среднее значение параметров процесса измельчения для данного режима по формуле:

$$\alpha_{cp} = {\alpha \ln(t+1)}\big/{t} \tag{4}$$

Экспериментальные исследования кинетики измельчения зерна показывают, что наибольшее влияние на численное значение параметра $\alpha_{ср}$, т. е. на скорость увеличения степени измельчения, влияют не только объективные факторы, такие как физико-механические свойства материала, но и субъективные факторы, а именно конструктивное исполнение: скорость молотка и размеры отверстий решета [2].

Асинхронные двигатели механизмов дробилки работают в продолжительном режиме и запускаются от электрической сети с помощью магнитных пускателей. Основной недостаток асинхронных электродвигателей – сложность регулирования их скорости традиционными методами (изменением питающего напряжения, введением дополнительных сопротивлений в цепь обмоток). Статические преобразователи частоты являются наиболее совершенными устройствами управления асинхронным приводом.

Принцип частотного метода регулирования скорости асинхронного двигателя заключается в том, что, изменяя частоту f питающего напряжения, можно в соответствии с выражением:

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{p} \quad (5)$$

при неизменном числе пар полюсов p изменять угловую скорость магнитного поля статора.

Этот способ обеспечивает плавное регулирование скорости в широком диапазоне, а механические характеристики обладают высокой жесткостью. Регулирование скорости при этом не сопровождается увеличением скольжения асинхронного двигателя, поэтому потери мощности при регулировании невелики. Для получения высоких энергетических показателей асинхронного двигателя – коэффициентов мощности, полезного действия, перегрузочной способности – необходимо одновременно с частотой изменять и подводимое напряжение.

При использовании нерегулируемых двигателей в процессе дробления имеют место существенные недостатки:

- возникает большое количество пылеобразной фракции дробимого материала, наличие которой плохо влияет на усвоение комбикорма животными;
- увеличивается энергопотребление двигателя за счет наличия циркулирующей нагрузки в дробильной камере.

Одним из технологических решений, позволяющих в значительной степени устранить указанный недостаток дробилок, является применение частотных преобразователей.

Известно, что при увеличенной подаче сырья в дробилку, происходит изменение качества выходного материала. Дробилка с нерегулируемыми двигателями имеет существенный недостаток, поскольку требует постоянного контроля со стороны оператора подачи сырья, а также качества измельчения в процессе работы.

Рекомендуется применение двух преобразователей частоты: один для электродвигателя измельчителя, второй для электродвигателя транспортировочного конвейера.

Применение преобразователя частоты двигателя измельчителя:

- позволяет снизить механические нагрузки на двигатель при пуске;
- обеспечивает защиту электродвигателя от перегрузок, короткого замыкания и перенапряжения;
- осуществляется контроль загрузки дробилки по потребляемому току (значение потребляемого тока отображается на дисплее преобразователя частоты или внешнем измерителе).

Преимущества использования преобразователя частоты двигателя транспортировочного конвейера:

- отсутствует необходимость в регулировании подачи с помощью поворотной заслонки (не требует вмешательства оператора);
- автоматически снижается скорость подачи зерна в дробилку при повышенной загрузке измельчителя (сигнал с преобразователя частоты измельчителя подается на преобразователь частоты конвейера);
- снижаются механические нагрузки на двигатель и ленту конвейера при пуске;
- обеспечивается защита электродвигателя от перегрузок, короткого замыкания и перенапряжения.

Схема подключения общепромышленного преобразователя частоты скалярного типа серии EI-7011 для управления процессом загрузки дробилки представлена на рисунке 1.

Запуск двигателей происходит по переключению слаботочного тумблера SA. Разрешением запуска двигателя конвейера (МК) является выход двигателя измельчителя (МИ) на заданную скорость. При изменении скорости вращения измельчителя автоматически снижается скорость подачи конвейера.

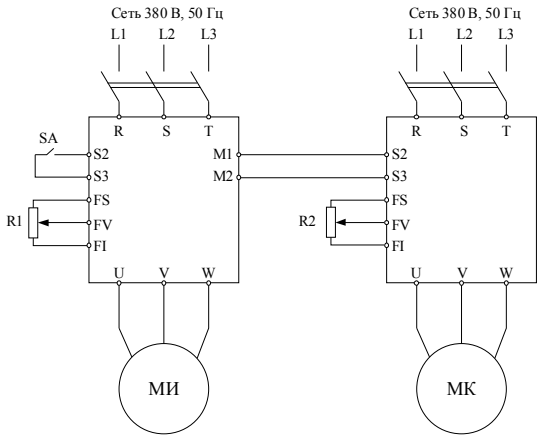


Рис. 1. Схема подключения преобразователей частоты

Заключение. Основные научные результаты, выводы и практические рекомендации сводятся к следующему.

1. Предложено математическое описание скорости (кинетика) процесса измельчения материала в молотковой дробилке.

2. Разработана схема подключения общепромышленного преобразователя частоты скалярного типа серии EI-7011 для управления процессом загрузки дробилки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирсанов В. В. Механизация и автоматизация животноводства. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 400 с.

2. Клушанцев Б.В., Косарев Ю.А., Муйземнек, Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. - М.: Машиностроение, 1990. - 320 с.

3. Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование. В 5 т. Т. 2. Механические и гидромеханические процессы / Д.А.Баранов [и др.]; под ред. А.М.Кутепова.–М.: Логос, 2001. – 600 с.

4. Першин В.Ф. Моделирование процесса классификации в барабанном грохоте // Теорет. основы хим. технологии.–1989.–Т. XXIII, № 4. – С. 499–505.

REFERENCES

1. Kirsanov V. Mechanization and automation of livestock. - M.: Publishing center "Academy", 2004. - 400 p.

2. Klushantsev B., Kosarev Yu., Muyzemnek, Crushers. Design, calculation, operating features. - M.: Engineering, 1990. - 320 p.

3. Processes and devices of chemical technology. Transport Phenomena, macrokinetics, similarity, simulation, design. In 5 t. T. 2. The mechanical and hydro-mechanical processes / D.Baranov [et al.]; ed. A.Kutepova. - M.: Logos, 2001. - 600 p.

4. Pershin V. Process modeling classification trommel // Theoretical bases of chemical tehnology.-1989-T. XXIII, № 4. - pp 499-505.

Маркабаева Д.Б., Апсеметов А.Т., Арыстанбаев Қ.Е.

Ұнтақтау үрдісінің математикалық моделі және ұнтақтағыш жұмысы кемшілігін жою тәсілдердің бірі

Түйіндеме. Осы мақалада балғалы ұнтақтағыш ішінде ұнтақтау үрдісі жылдамдығының математикалық сипатталуы және сонымен қатар, жиілікті түрлендіргішті қолдану арқылы ұнтақтағыштар жұмысындағы кемшіліктерді елеулі дәрежеде жоюға мүмкіндік беретін технологиялық шешім ұсынылған.

Кілттік сөздер: құрама жем, ұнтақтау, араластыру, математикалық модель, үрдіс жылдамдығы, қозғалтқыш, жиілікті түрлендіргіш, реттеу.

Markabayeva D., Apsemetov A., Arystanbayev K.

Mathematical model of the grinding process and one way remedy shortcomings in the operation of the crusher

Summary. This paper proposed a mathematical description of the material process rate grinding in a hammer mill, as well as a technological solution to a large extent eliminate the flaw in the mills by the use of frequency converters.

Key words: feed, crushing, blending, a mathematical model, the speed of the process, motor, frequency converter, regulation.

УДК 620.9

А.Т. Жапарова, А.Е. Бакланов, А.И. Квасов
(ВКГТУ им. Д. Серикбаева, Усть – Каменогорск, atj-43@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОВОЛЬТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ

Аннотация. Данная статья посвящена использованию низковольтной технологии в системе освещения. Низковольтную энергию получаем за счет использования возобновляемых источников энергии. При широком внедрении альтернативных источников энергии в частности солнечных батарей или солнечных элементов питания для использования типовых осветительных приборов необходимо преобразовать полученный от них постоянный ток в переменный.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, низковольтная технология, система, преобразование тока, солнечная батарея, осветительный прибор.

В настоящее время современная система освещения использует энергосберегающие элементы освещения, такие как люминесцентные лампы, а также светодиодные лампы. Наиболее эффективной является светодиодная система освещения, имеющая высокую надежность и большой ресурс работы (более 50000 часов).

Классическая схема включения светодиода в осветительном приборе показана на рисунке 1.

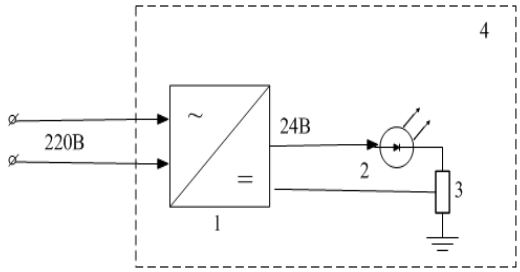


Рис. 1. Типичная схема осветительных приборов
1 – преобразователь переменного тока в постоянный (драйвер), 2 – светодиод, 3 – эквивалентное сопротивление светодиода, 4 – контур осветительного прибора.

Одним из элементов осветительного прибора является источник питания 1 (преобразователь с переменного напряжения в постоянный). Таким образом при освещении светодиодным светильником помещения подключенного к сети с переменным напряжением 220В происходит потеря энергии при преобразовании напряжения драйвером, так как его КПД не равен 100%.

При широком внедрении альтернативных источников энергии в частности солнечных батарей или солнечных элементов питания для использования типовых осветительных приборов необходимо преобразовать полученный от них постоянный ток в переменный, рисунок 2.

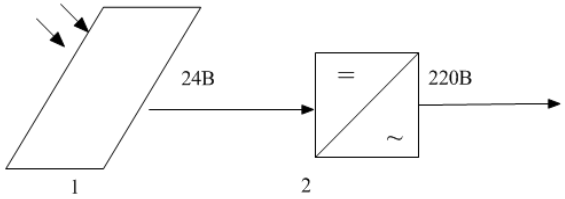


Рис 2. Схема преобразования с постоянного напряжения вырабатываемой солнечной батарей в постоянное
1 – солнечная батарея, 2 – преобразователь из постоянного напряжения в переменный

Обычно, при применении альтернативных источников энергии, используют уже имеющиеся в наличии осветительные приборы схемно представленные в виде контура 4 на рисунке 1. А для обеспечения переменного напряжения 220В устанавливается конвертор 24-220В. Таким образом,

общая схема реализации подключения светодиодных осветительных систем может быть представлена в виде рисунка 3.

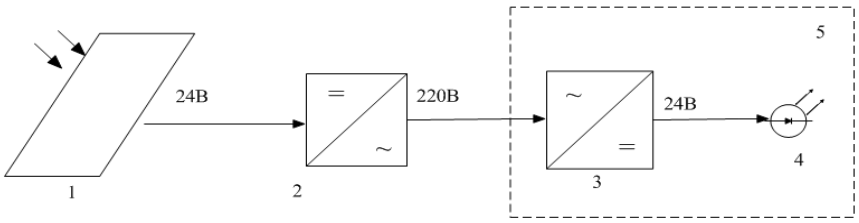


Рис 3. Общая схема реализации подключения светодиодных осветительных систем
1 – солнечная батарея, 2 – конвертор, 3 –преобразователь переменного тока в постоянный,
4 – светодиод, 5 – осветительный прибор

Несмотря на незначительный кпд солнечных батарей, их применение является эффективным из-за использования возобновляемого источника энергии. Однако, в рассматриваемой схеме (рисунок 3) имеется два преобразователя позиция 2 и 3 вносящие потери и утечки в систему освещения. Первый преобразователь 2 осуществляет преобразование постоянного тока вырабатываемым солнечной батарей 24В в рабочее напряжение сети 220В переменного тока, а второй конвертор (преобразователь переменного тока в постоянный) 3 осуществляет преобразование переменного тока в постоянный с 220В до напряжения в 24В.

Для определения эффективности применения двойного преобразования тока проведем расчет кпд системы.

Коэффициент полезного действия (кпд) характеризует эффективность системы какого – либо устройства, в отношении преобразования или передачи энергии. Определяется отношением полезно использованной энергии к суммарному количеству энергии, полученному системой. КПД является безразмерной величиной и часто измеряется в процентах и обозначается η. Математическое определение кпд может быть записано в виде:

$$\eta=(A/Q)\times 100\% \quad (1)$$

где А – полезная работа;
Q – затраченная работа.

В силу закона сохранения энергии кпд всегда меньше единицы или равен ей. Рассмотрим общую схему измерения кпд преобразователя 2 и конвертора (преобразователь с переменного напряжения в постоянный) 3 на рисунке 4. Допустим, что за основу взяли повышающий преобразователь напряжения. В разрыв цепи питания включаем амперметр A_1, и параллельно входу питания преобразователя напряжения вольтметр B_1, показания которых нужны для расчета потребляемой мощности P_1 устройства и нагрузки вместе от источника питания. К выходу преобразователя напряжения в разрыв питания нагрузки тоже включаем амперметр A_2 и вольтметр B_2, требующаяся для расчета потребляемой нагрузкой P_2 мощности от преобразователя напряжения. Далее включаем устройство, производим замеры показаний приборов и рассчитываем мощности P_1 и P_2 по следующим, [1-2]:

$$P_1=I_1\times U_1 \quad (1)$$

$$P_2=I_2\times U_2 \quad (2)$$

КПД преобразователя η_1 определяем по формуле (3):

$$\eta_1=(P_2/P_1)\times 100\% \quad (3)$$

По данной формуле (3) мы определяем реальный кпд преобразователя напряжения.

Мощность конвертора (преобразователь с переменного напряжения в постоянный) 3 рисунок 3, определяем по следующим формулам (4) (5) соответственно:

$$P_2=I_2\times U_2 \quad (4)$$

$$P_3=I_3\times U_3 \quad (5)$$

КПД преобразователя с переменного напряжения в постоянный η_2 определяем по формуле (6):

$$\eta_2=(P_3/P_2)\times 100\% \quad (6)$$

Суммарный общий кпд $\Sigma\eta$ преобразователей можно определить по формуле:

$$\Sigma\eta=\eta_1\times\eta_2 \quad (7)$$

Для изучения эффективности работы низковольтной схемы питания основанной на использование солнечной батарей нами были проведены измерения позволяющие определить коэффициент полезного действия (кпд) преобразователя 2 и конвертора (преобразователь с переменного напряжения в постоянный) 3 рисунок 4. Общая схема измерения кпд системы показана на рисунке 4.

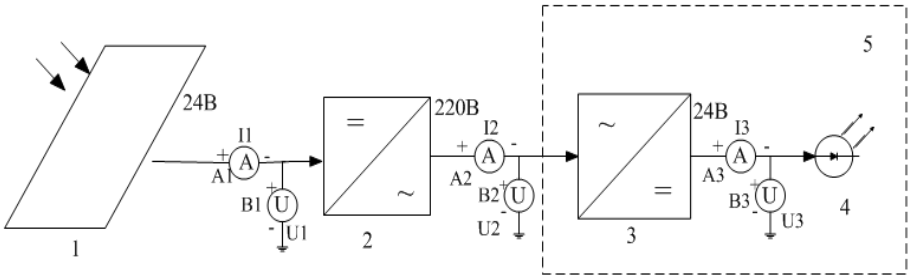


Рис 4. Общая схема измерения кпд системы
1 – солнечная батарея, 2 – преобразователь, 3 – конвертор (преобразователь с переменного напряжения в постоянный), 4 – светодиод, 5 – осветительный прибор

Значения токов и напряжении измеренных согласно схемы 4 приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Экспериментальные значения токов и напряжении**

I_1, А	U_1, В	P_1 Вт	I_2 А	U_2 В	P_2 Вт	I_3 А	U_3 В	P_3 Вт
2,2	12,6	27,7	0,06	207	11,1	0,14	37,6	5,3

Результаты расчетов по полученным экспериментальным значениям приведены в таблице 2.

Таблица 2. **Результаты расчетов по экспериментальным данным**

P_1 Вт	P_2 Вт	P_3 Вт	η_1 %	η_2 %	$\Sigma\eta$ %
27,7	11,1	5,3	40	47,8	20

В результате проведенных исследовании и расчетов кпд преобразователя 2 рисунок 4 составил 40,1%, кпд преобразователя 3 рисунок 4 составляет 48%. Суммарный кпд составляет 20%. Это показывает, очень низкую эффективность применения такой схемы.

Использование солнечных батарей и системы без преобразователей тока (рисунок 5) имеет большую перспективу.

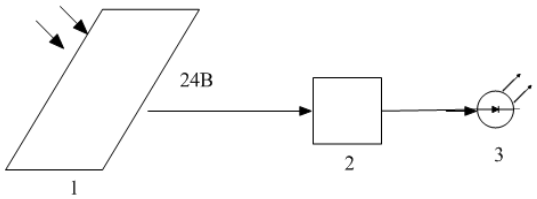


Рис 5. Схема подключения светодиодного осветителя без применения преобразователей
1 – солнечная батарея, 2 – стабилизатор тока, 3 – светодиод

На рисунке 5 показана схема системы низковольтного освещения подключения на основе светодиодов без преобразователей напряжения. Данная схема актуальна тем, что напряжение энергий выработанная с солнечной батареи 1 позволяет использовать светодиоды высокой мощности без преобразования энергии, что в свою очередь повышает КПД системы.

Для стабилизации постоянного тока использовался драйвер собственного изготовления на основе микросхемы PT4115, его типовая схема приведена на рисунке 6, а фото изготовленного образца на рисунке 7.

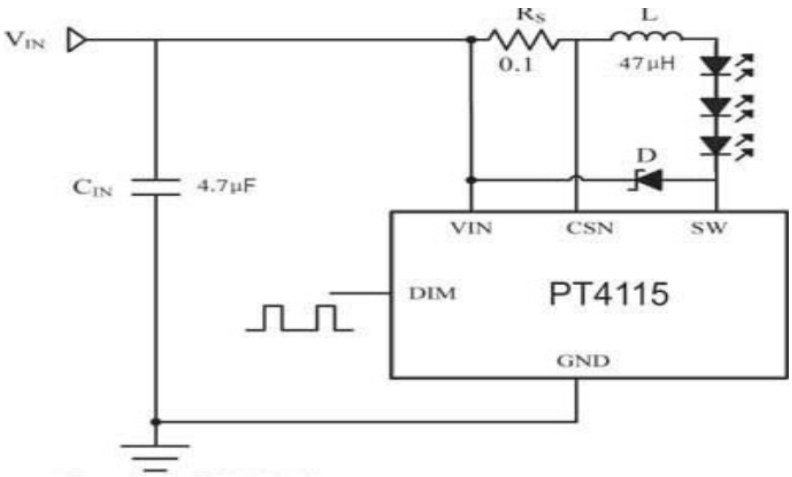


Рис 6. Схема стабилизации тока

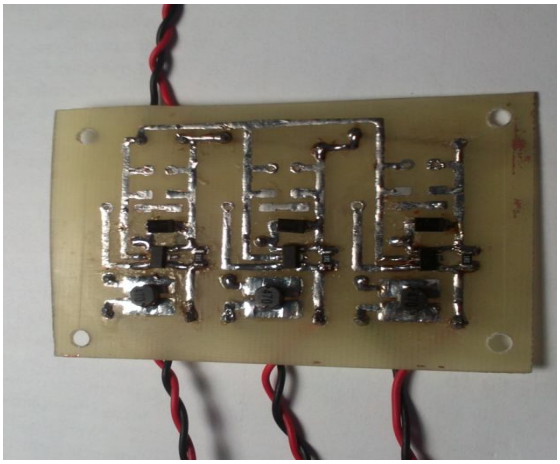


Рис 7. Изготовленный стабилизатор тока

Для накопления энергии и обеспечения устойчивой работы схемы на рисунке 5 дополнительно устанавливается аккумулятор 4 и контроллер 2, обеспечивающий оптимальный заряд энергии и необходимое напряжение для работы низковольтной системы освещения, рисунок 9.

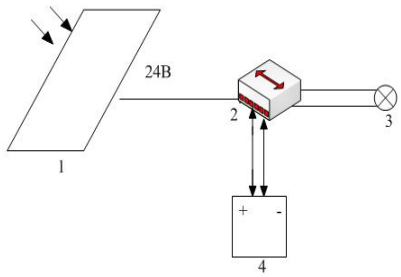


Рис 9. Схема низковольтной системы освещения с использованием накопителя энергии
1 – солнечная батарея, 2 – контроллер, 3 – низковольтный осветительный прибор, 4 - аккумулятор

Постоянный ток поступает из солнечной батареи 1 рисунок 9 в контроллер 2, который обеспечивает бесперебойную подачу электрической энергии на низковольтную систему освещения, одновременно осуществляется заряд аккумулятора 4.

Для испытания работоспособности системы были проведены натуральные испытания низковольтной системы освещения с использованием накопителя энергии по схеме, изображенной показанной на рисунке 9.

Испытание данной системы показало, полную ее работоспособность. Система работала автономно в течении семи дней, при этом расход энергии на освещение составил всего 10% от вырабатываемой солнечной панели энергии, то есть можно было еще добавить нагрузку эквивалентную 100Вт электрической энергии.

Одной из проблем внедрения низковольтной системы является адаптация имеющейся электрической разводки проводов используемых для напряжения 220В к напряжению 24В. Проблема это связана с увеличением силы тока, что приводит к увеличению нагрева (повышение температуры) проводов системы освещения.

Для внедрения низковольтной системы мы рассчитали необходимое сечение проводов при использовании низковольтных светодиодных ламп. Для расчета используются медные провода, с удельным сопротивление 0,0175 Ом×мм^2/м, [1-2].

- сопротивление провода, Ом, определяется по формуле:

$$R=\rho\times(l/S) \quad (8)$$

где ρ – удельное сопротивление провода, Ом×мм^2/м;

l – длина проводника, м;

S – площадь его поперечного сечения, мм^2.

- площадь поперечного сечения определяем по формуле:

$$S=\rho\times(l/R) \quad (9)$$

Ток в линии провода определяется по формуле:

$$I=P/U \quad (10)$$

где P – мощность потребляемая нагрузкой, Вт

U – напряжение в линии провода, В.

Для определения соответствия существующих медных проводов с новой низковольтной системой определяем сечение существующего провода (результаты приведены в таблице 3).

Таблица 3. **Результаты расчета сечения существующего провода**

P, Вт	U, В	I, А	S, мм^2
1000	220	4,54	2,5

Требуемое сечение провода для низковольтной системы приведены в таблице 4.

Таблица 4. **Результаты расчета сечения провода для низковольтной системы**

P, Вт	U, В	I, А	S, мм^2
400	24	16,7	2,5

Таким образом, при использовании низковольтной системы за счет более высокой энерго эффективности и более высокого кпд системы и отсутствием двух преобразователей (рисунок 9) при имеющихся сечении проводов высокой системы освещения напряжением 220В мы можем использовать в системе провода сечением не менее 2,5мм^2. При этом осуществлять замену ламп накаливания на светодиодные не потребует замены проводов по всей системе.

При внедрении низковольтной системы по результатам приведенных в таблицах 3 и 4 не требуется замена существующих проводов.

Рассмотренные варианты использования альтернативных источников энергии для систем освещения показали, что традиционные способы их применения не эффективны. Двойное преобразование тока делает систему не жизнеспособной, ее КПД не превышает 20%. Показано, что применение не традиционной системы освещения с напряжением 24В без преобразования энергии гораздо эффективнее, и менее травматична. Так же показано, что за счет применения энергоэффективных систем освещения допустимо использовать существующие электрические проводки без риска их перегрева.

ЛИТЕРАТУРА

1 С.А. Эраносян Сетевые блоки питания с высокочастотными преобразователями. – М: Высшая школа 2010

2 Ю.С. Забродин Промышленная электроника. –М: Высшая школа 2009.

3 Technology Partnership. Enchancing the Competitiveness, Efficiency, and Environmental Quality of American Industry.- U.S. Department of Energy.DOE/60-100095-170.DE 95004086.Washington.April 1995.- 142 p.

4 Welfens P. J. J., Meyer B. Energy Policies in the European Union Germanys Ecological Tax Reform.- Berlin, New Jork Springer,2001.- 143 p.

5 Gololobov V. N. «Umniy dom» cvoimi rukami. –M.: NT Press, 2007 – 414p.

6 World Energy Outlook, 2006, isdatelctvo MEA, Parizh.

7 Gabriel I., Ladener H. Rekonstrukziy sdanii po standartam energoeffektivnogo doma Vom Altbau zum Niedrigenergie und Passivhaus.- C.: BHV – Peterburg, 2011. - p. 478 - ISBN 978-5-9775-0574-1.

8 Energy Savings Estimates of Light Emitting Diodes in Niche Lighting Applications. Navigant Consulting: Washington, D.C., 2008.

9 Technology Partnership. Enchancing the Competitiveness, Efficiency, and Environmental Quality of American Industry.- U.S. Department of Energy.DOE/60-100095-170.DE 95004086.Washington.April 1995.- 142 p.

10 dr. Györök Györqy. Számitógép perifeák I. Budapest – 2013.

11 A. Zhaparova, G.Gyorok, A.Kvasov, Autonomous light-emitting-diode (LED) low voltage systems of lighting integrated into “smart home”. 9th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas „New Faculty, New Ability!” 2014 november 12 Obuda University/ Alba Regia Technical Faculty, Hungary, ISBN 978-615-5460-21-0

12 A. Zhaparova, A. Baklanov, D. Titov A.Kvasov, systems low-voltage "Smart House" with the use renewable energy sources. Scope Academic House, B&M PUBLISHING, 2 International Conference "TECHNICAL SCIENCES: MODERN ISSUES AND DEVELOPMENT PROSPECTS" 10 november 2014

REFERENCES

1 S.A. Eranocyan Cetevye bloki pitaniy s vysokochactotnye preobrasovateli. – M: Vysshayi shkola 2010

2 S. Zarodin Promyshlennay elektronika. – M: Vysshayi shkola 2010

3 Technology Partnership. Enchancing the Competitiveness, Efficiency, and Environmental Quality of American Industry.- U.S. Department of Energy.DOE/60-100095-170.DE 95004086.Washington.April 1995.- 142 p.

4 Welfens P. J. J., Meyer B. Energy Policies in the European Union Germanys Ecological Tax Reform.- Berlin, New Jork Springer,2001.- 143 p.

5 Gololobov V. N. «Umniy dom» cvoimi rukami. –M.: NT Press, 2007 – 414p.

6 World Energy Outlook, 2006, isdatelctvo MEA, Parizh.

7 Gabriel I., Ladener H. Rekonstrukziy sdanii po standartam energoeffektivnogo doma Vom Altbau zum Niedrigenergie und Passivhaus.- C.: BHV – Peterburg, 2011. - p. 478 - ISBN 978-5-9775-0574-1.

8 Energy Savings Estimates of Light Emitting Diodes in Niche Lighting Applications. Navigant Consulting: Washington, D.C., 2008.

9 Technology Partnership. Enchancing the Competitiveness, Efficiency, and Environmental Quality of American Industry.- U.S. Department of Energy.DOE/60-100095-170.DE 95004086.Washington.April 1995.- 142 p.

10 dr. Györök Györqy. Számitógép perifeák I. Budapest – 2013.

11 A. Zhaparova, G.Gyorok, A.Kvasov, Autonomous light-emitting-diode (LED) low voltage systems of lighting integrated into “smart home”. 9th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas „New Faculty, New Ability!” 2014 november 12 Obuda University/ Alba Regia Technical Faculty, Hungary, ISBN 978-615-5460-21-0

12 A. Zhaparova, A. Baklanov, D. Titov A.Kvasov, systems low-voltage "Smart House" with the use renewable energy sources. Scope Academic House, B&M PUBLISHING, 2 International Conference "TECHNICAL SCIENCES: MODERN ISSUES AND DEVELOPMENT PROSPECTS" 10 november 2014

Жапарова А.Т., Бакланов А.Е., Квасов А.И.

Төменгі вольты технологияларын жарықтандыру қондырғыларында қолданып тиімділігін арттыру

Түйіндеме. Мақалада төменгі вольты технологияларын жарықтандыру қондырғылар жүйесінде қолдануы жахылған. Төменгі вольты энергияны қайта қалпына келетін энергия көзіне аламыз. Қайта қалпына келетін энергия көздерің қолданғанда, соның ішінде күн батареяларын немесе күннен қоректенетің элементтерді типтік жарықтандыру қондырғыларында қолданғанда олардан алған тұрақты тоқты айнымалыға түрлендіру қажет.

Негізгі сөздер: қайта қалпына келетін энергия көзі, төменгі вольтты технология, тоқтын түрленуі, күн батареясы, жарықтандыру қондырғысы.

Zhaparova A. T., Baklanov A.E., Kvasov A.I.

Using the of low-voltage technology of LED lighting for the increase of its efficiency

Summary: This article is dedicated to the usage of low voltage technologies in lightning systems. Low voltage energy is obtained through employment of renewable energy sources. During wide implementation of alternative energy sources, particullary solar battaries and solar power supply elements it is necessary to convert direct current that is obtained from that energy sources to alternating current.

Key words – renewable energy sources, low-voltage technology, system, the transformation of current, solar battery the luminaries.

УДК 681.518.5:004.81:159.953.52

Л.А. Сугурова
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университет,
Алматы, Қазақстан Республикасы, sla-taraz@mail.ru)

ТПБАЖ ҚҰРАМЫНА ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫҢ ЖЕДЕЛ ДИАГНОСТИКАЛАУ КӨМЕКШІ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ КОНЦЕПЦИЯСЫ

Андатпа. Негізгі технологиялық жабдықтардың күйін жедел диагностикалау және бақылаудың автоматтандырылған жүйесін құрудың концепциясы. Бақылау және диагностикалау жүйесі басқарудың автоматтандырылған жүйесімен бірге жұмыс жасауы қажет. Және де тиімді басқарумен және технологиялық жабдықты жедел болжау жасау эффектісі бір бірін толықтырып, жүйенің жұмысының жалпы тиімділігін жоғарылату қажет. Диагностика алгоритмдерін құру әдісінде интеллектуалды технологияларды қолданып жүзеге асырылады. Бұл өз кезегінде оларды құруды жылдамдатып, болжаудың шын мәнінен жуық болуын жоғарылатады.

Кілттік сөздер: алгоритм, технологиялық объект, диагностикалау, басқарудың автоматтандырылған жүйесі, интеллектуальды жүйе, ТПБАЖ.

1. Диагностика туралы жалпы мағлуматтар

Өнеркәсіптік өндірісінің дамуының бірінші этаптарында технологиялық жабдықтардың (ТЖ) эксплуатациялық сенімділігін қамтамасыз ету немесе техникалық күйінің жарамдылығы "істен шығу" дейінгі кезеңге дейін жүргізілсе, өткен ғасырдың жартысында басқа бағыт - жоспарлы ескертпе жөндеулері (ЖЕЖ) пайда болды және де қазіргі уақытқа дейін қолданылады [1].

Бірақ нарық заманында ТЖ эксплуатациялық сенімділігін камтамасыз ететін, яғни "оның нақты жағдайы бойынша" басқада даму стратегияларына өтуіміз қажет [1]. Осы стратегияға өту ТЖ техникалық күйін жедел диагностикалау және бақылаудың автоматтандырылған жүйесін (ЖД және БАЖ) құру қажеттілігі туындайды.

ТЖ дың нақты күйі бойынша бағалау жүйесін қолдану жабдықтардың жөңдеуде тұрып қалу уақытының азаю салдарынан өнімділіктің тиімділігін жоғарылауына мүмкіндік береді, жөндеулерге шығындарды азюымен және жабдықтарды апаттан кейінгі қайта қалпына келтіруінен өнімнің өзіндік құнын төмендетеді [1].

ЖДжәнеБАЖ құруға арналған шығындары төмендетіледі, егер жұмыс жасайтын ТПБАЖ ға көмекші жүйесі ретінде құрамына кіргізсе. Бұл жағдайда әрекет етуші ТПБАЖ дын ақпараттық қамсыздандыруы қолданылатын болады. Бұл оны өңдеуге және ендіруге кететін шығындарды төмендетеді. Және де кеңейтілген ТПБАЖ ды енгізуден эффектісі жоғарылатылады, себебі

процесстерді тиімді және жедел басқарудың эффектісінен басқа ТЖ жедел диагностикалау эффектісі де орын алады. (кесте 1). Сонымен қатар синергетикалық эффекттің туындауын мүмкін етеді, ол дегеніміз – ТПБАЖ бен және ЖД және БАЖ эффектілері қосылғанымен тұрмай, көбейтіледі. Бұл процесстердің басқарылуымен қатар ТЖ диагностикалаудың өзара әсерлесуі арқылы жүзеге асады: бір жағынан жедел және тиімді процессті жүргізу ТЖ жақсы әсер етеді, екінші жағынан – жедел диагностикалау ТЖ күйін дұрыс деңгейде сақтауға мүмкіндік беріп, оның басқарылуын жақсартады.

ТЖ және БАЖ диагностикалау функциясы ТЖ дағы деструктивті процесстердің бастамасын бастапқы кезеңде анықтауға мүмкіндік береді. Мұндай процесстер аппатты, бірақ олардың дамуын уақыттың әр мезетінде бақыланатын параметрлердің трендтерінің бағалау жиынтығын жүргізетін, ескертуші көп параметрлі диагностика (КПД) әдісін қолдана отырып, бақылап және алдын ала болжауға болады [1]. Күйін болжау функциясы КПД ны ескертуші диагностикаға жатқызады, себебі ол басқару объектісінде жағымсыз жағдайларды басқарушы әсерлесудің берілісі арқылы пайда болуын алдын алуға мүмкіндігі бар. Басқарушы әсерлесу ретінде жұмыс режимін реттеу сигналдары және эксплуатациялық персоналға қажет әрекеттер туралы хабарламалар, қиратушы процесстерді ескерту үшін ТЖ ды өшіруге дейінгі хабарламалар қолданылады[1].

Жалпы жағдайда ЖДжәнеБАЖ құру үшін келесі өзара байланысқан есептерді шешу қажет. ДБ жиынтығы бойынша функционалдауының дұрыстығын және жұмысқа қабілеттілігін тексеруге мүмкіндік беретін, объекттің функциоаналдауын диагностикалайтын математикалық үлгіні құру. Істен шығу және бұзылуларды анықтауға мүмкүндік беретін, олардың туындау себептерін анықтайтын, бұзылу және істен шығу математикалық үлгіні құру. Қарапайым тексерулердің жиынтығы арқылы диагностикалау алгоритмін қалыптастыру. Олардың нәтижесінде бұзылударды және істен шығуды анықтау есебінде бұзылмаған немесе жұмысқа жарамды күйін ажыратуға, дұрыс функционалдау күйін оның дұрыс емес күйінен ажыратуға мүмкіндік береді, ал бұзылулар және істен шығу ды іздеу есептерінде ахаулары бар және жұмысқа жарамсыз күйін өз арасында ажыратуға мүмкіндік береді[2].

Жүйенің күйі оның белгілерін (параметрлерін) анықтайтын жиынтықтан сипатталады. Көптеген анықтаушы белгілер әр түрлі болуы мүмкін, біріншіден анықтап тану есебімен байланысты. Жүйенің күйін анықтап тану – мүмкін диагноздардың (класстардың) біреуіне жатыстыру. Диагноздардың саны зерттеудің мақсаты мен есептерінің ерекшеліктеріне байланысты болады[1].

Осы шарттарында анықтап тану есептерінде қазіргі заманғы интеллектуалды технологияларды (ИТ) қолдану ең перспективті жолы болуы мүмкін. Қазіргі уақытта тәжірибеде келесі ИТ жиі қолданылады: анық емес логика, нейронды желілер және нейро-анық емес желілер. Бұл мақалада [3] технологиялық процесстерді басқару жүйелерін құру кезіндегі интеллектуалды технологияларды қолдану әдістемесі ұсынылған. Бірақ бұл әдісті сонымен қатар технологиялық жабдықтардың күйін диагностикалау жүйесін құру кезінде қолдануға болады. Себебі объекттердің техникалық жағдайларын диагноз қою процессін зерттеу, өңдеу және жүзеге асыру кезіндегі есептерді шешу басқару процесстерін жүзеге асыру, өңдеу және зерттеу кезіндегідей [4].

2. Диагностиканың интеллектуалды алгоритмін құру әдістемесі

Жаңажамбылдық фосфорлық зауыттың (ЖЖФЗ) шарттарында сары фосфор өндірісін қамтамасыз ететін, ТЖ ахауларын идентификациялау үшін ТФЭ жоспарлау матрицасын қалыптастыру мысалында интеллектуалды технологияларды қолдануды қарастырайық. (1 кесте).

Техникалық жүйенің үш күйін ажыратамыз [5]:

1. Іске жарамдылық күй – бұл техникалық құжаттарда көрсетілгендей мәндері бар параметрлерімен, тапсырылған функцияларды техникалық жүйе орындауға қабілетті күйді айтамыз.

2. Іске жарамды, бірақ ахаулары бар күй – бұл өзінің негізгі функцияларын орындай алуға мүмкіндігі болғанмен, бірақ техникалық құжаттардың барлық талаптарына жауап бере алмайтын техникалық жүйенің күйін айтамыз.

3. Істен шығу – бұл жүйенің іске жарамдылық күйінің бұзылуының, яғни тапсырылған функцияны орындауға мүмкіндігі жоқ күйедегі оқиғаны айтамыз.

1 кесте. **Жұмыстағы мүмкін ахаулар және оларды жою амалдары**

№	Ахаулардың түрлері және белгілері	Ахаулардың мүмкін себептері	Персоналдың әрекеттері және ахауларды жою амалдары
…	…	…	…
13	Электропештің қақпағының астының температурасының ұлғаюы	1. Жүктейтің ағындардағы шихтаның тұрып қалуы 2. Шлакты уақытынан тыс ұстап қалу 3. Қысқа электродтар 4. Шихтада кокстың артық болуы 5. электродтың ахауы	1. Тұрып қалған шихтаны ағынын анықтау және оны инструкцияға сәйкес “тесу” 2. Коксты максималды түрде жою үшін шлак ағызып тастау 3. Электродты өшіріп қайта қосу 4. Кокспен азайтылған шихтаны “жууға” беру 5. Цех технологының айтылуы бойынша әрекет ету
14	Пештің крышкасының астындағы температурасы шектік мүмкін мәнінен төмендеуі	1. Шлакта P_2O_5 тің үлкен көлемде болуы 2. Электропештің қуатының төмендігі	1. Шихтаны түзеу 2. Мүмкіндігінше қуатты көтеру. Қажет уақытында электродқа щихтаның динамикалық жүктемесін бірқалыптылығын бұзбай, ағылу секторлық затворларын жабу.
…	…	…	…
17	Су деңгейін “жұм-сатылған су” ыдысында төмендету.	1. Бір немесе бірнеше салқындатқыш элементтердің күйіп кету нәтижесінде сулың ағып кетуі	1. Электропешті өшіру 2. күйген орнын анықтап және оны ауыстыру немесе сәйкес элементті өшіру
…	…	…	…

Осы классификацияға сәйкес №14 ахауды техникалық жүйелердің екінші топтағы – “іске жарамды, бірақ ахаулары бар” күйге жатқызуға болады. №13 ахауды үшінші “істен шығу” тобына жатқызуға болады. №13 ахауы істен шығу тобына жақынырақ деп айтуға болады, бірақ екінші топтағы күйдегі белгілері де бар.

ТЖ үшін ең қауіптісі істен шығу күйі, сондықтан техникалық жүйенің үшінші топтағы күйін қарастырайық. Істен шығу – бұл сенімділік теориясының негізгі түсінігі. Объектіге көптеген объективті және субъективті факторлардың әсер ету нәтижесінде істен шығу орын алады.Бұл факторларды толығымен ескеру қиындық туғызады [5].

Істен шығулардың классификациясы

1. пайда болу себептері бойынша істен шығуларды төмендегідей ажыратады:

- *конструкциялық*, конструкциясының жетіспеушілігінен туындайды;
- *технологиялық,* бұйымды дайындау технологиясының бұзылуынан немесе жетілдірілмегендіктен;
- *эксплуатациялық*, қате эксплуатация нәтижесінде туындайды.

2. Техникалық жүйенің жұмыс қабілеттілігіне әсер етуі бойынша істен шығуларды төмендегідей ажыратамыз:

- бұзылуын шақыратын, жүйенің істен шығу элементтері;
- істен шығуын шақыратын, жүйенің істен шығу элементтері.

3. Басқа элементтердің қарсы шығу байланыстары бойынша:

- тәуелді қарсы шығуларға;
- тәуелсіз қарсы шығуларға.

4. Кездейсоқ туындауы бойынша:

- кездейсоқ (мезеттен пайда болу);
- біртіндеп пайда болу (жүйелі).

Әрине [5] ұсынылған классификациясы (кез келген классификация секілді) шартты сипаты бар, себебі істен шығуларды кейде оның бірнеше түрлеріне жатқызуға болады. Мысалы, №13 бұзылуды бір уақытта “қарсы шығулар” және “жұмысқа жарамды, бірақ ахаулары бар топтарына жатқызуға болады. Ол конструкциялы және де эксплуатационды себептермен кездейсоқ немесе біртіндеп пайда болуы мүмкін.

Сонымен қатар жоғарыда айтылған бұзылулар “апатты жағдайларды ескертетін” сипатта болып келеді, яғни болған аппаттық жағдайды ғана айтады, бірақ оның алдын ала пайда болатынын жоспарлап айта алмайды. Бұзылулырадың белгілерімен себептерін сапалы (сандық емес) бағалау нақты бір жағдайды аппаттыққа жақын екенін “есептеуге” мүмкіндік бермейді. Мұндай бағалауды есептеу үшін (барлық техникалық диагностикалау оқулықтарында) диагностикалау объектісінің функционалдауының математикалық үлгісін құрып, бұзылулар және қарсылықтардың математикалық үлгісін құрып және диагностикалау алгоритмдерінің тұрғызу қажет.

Бірақ мұндай жол жедел диагностикалау жүйесін құруда ұзақ, қымбат және де кейде сәтсіз де аяқталуы мүмкін. Басқару жүйесін құру кезіндегі әдісті [3] қолданайық, яғни диагностикалау объектілерінің математикалық үлгілерінің және қарсылықтардың үлгілерін құрудың орнына қазіргі кездегі интеллектуалды технологияларды қолданып, диагностикалау алгоритмін құруға кірісеміз. ИТ қолдану мұндай есептерді шешуге мүмкіндік береді және де тәжірибе көрсеткендей өте сәтті болады. Яғни бұл жағдайда адамдар эксперттерінен алынған “дайын білімдер” эффектісі қолданылады.

Ұсынылып отырған диагностикалау алгоритмін құру әдістемесі негізіне өнімдердің дәстүрлі ережелерінің орнына ТФЭ жоспарлау матрицасы құрайды. №13 бұзылуын диагностикалау мысалында ТФЭ жоспарлаудың матрицасын қалыптастыру әдістемесін қарастырайық.

Пеште температураның өзгеруі қалыпты жағдай, ол “сезімтал реттегіш” электродтардың терең енуі немесе жоғары көтеру көмегімен реттелінеді немесе “қатаң реттеу” трансформатордың сатыларын ауыстыру арқылы реттелінеді, және де жүктелінетін шихтаның физикалық және химиялық қаситеттерінің бірқалыпсыздығынан түсіндіріледі. Бірақ, егер температура шектік деңгей мәнінен жоғарлап кетсе және басқару жүйелері көмегімен төмендету мүмкін болмаса, онда бұл аталған бес себептері бойынша апаттық жағдайдың туындау туралы мәліметті баяндайды. Яғни белгілі бір шектік мәндерде температураның өзгеруі басқарушы әсер арқылы орындалса, онда пештің теникалық жағдайы қалыпты дегенді білдіреді және де пеш (ТПБАЖ) басқару жүйесінің әрекет етуші сферасында. Сонымен қатар, егерде температура шектік деңгейден асып кетпесе де, бірақ температураның төмендеуіне нұсқау беретін басқару жүйесіне “бағынбаса”, онда бұл апаттық жағдайдың жақындауы туралы мәліметті нұсқап және диагностика көмекші жүйесін әсер ету сферасына өту қажеттілігін білдіртеді.

[6] жұмыста басқарушылық дәрежесін бағалау көмегімен, қайта құрылатын техникалық жүйені бағалау әрекеті жасалынып көрілді. Мұнда сол критерийді ТЖ ағымдық күйінің жағдайы бойынша әрекет етуші техникалық жүйені бағалау үшін қолдануға болады. Яғни диагностикалық белгі (ДБ) ретінде технологиялық жабдықтың ағымдық басқарушылық көрсеткішін қолдану. Мұны ТЖ басқарушылық әсерлеріне, кіріс шығыс айнымалыларын бағалау және басқаруға мүмкіндік беретін, ТПБАЖ негізінде жасауға мүмкіндік бар.

Осылайша ТЖ басқарушылық дәрежесін анықтау аппаттық жағдайдың пайда болу мүмкіндігін бастпақы уақытында да анықтауға мүмкіндік береді. Калманның анықтамасына сәйкес [7] басқарушылық дегеніміз (бастапқы келісім шарттылықты жою) басқару әсерлері бар жүйенің қасиетімен түсіндіріледі, ол жүйені белгілі бір уақыт аралығында белгіленген бастапқы жағдайынан талап етілетін жағдайға өтуге мүмкіндік береді. [6] жұмыста ТЖ басқарушылығын анықтаудың көптеген әдістеріне терең талдау жүргізілген, бұл барлық әдістер өте күрделі және басқару объектісінің статикалық және динамикалық мінездемесін білуді талап етеді және де бұл әрдайым мүмкін емес. [6] жұмыста қазіргі интеллектуалды технологиялардың көмегімен оператор технологтардың тәжірибесін, білімін және интуициясын қолдана отырып, біз ТЖ басқарушылық дәрежесін бағалау әдістерін келтірдік.

ТЖ ағымдық басқарушылық дәрежесін анықтау үшін келесі критерийлерді қолдану ұсынылады: басқару каналдарының статикалық бағасы, ТЖ инерциялдылығының бағасы, ТЖ бөгетке тұрақтылығының бағасы және ТЖ өлшеулілігінің бағасы. ТЖ өлшеулілік және бөгетке тұрақтылылық критериі уақыт бойынша әлсіз өзгергендіктен, оларды ТЖ жалпы басқарушылық бағалауында ескермеуге де болады.

Мысалы ретінде №13 ахаулары үшін ТЖ басқарушылық дәрежесін бағалау әдісін қарастырайық.

Және де осы арада статикалық бағалау ретінде келесі айнымалыларды аламыз:

- электр пешінің қақпақ астындағы температурасы (X_1);
- электродтардың ену тереңдігінің шамасы (X_2);
- температура көтерілген мезетінен бастап трансформатордың сатыларының қосылу фактісі (X_3).

Динамикалық бағалау ретінде келесі көрсеткіштерді қабылдаймыз:

- температураның көтерілу жылдамдығы (X_4);

- "Электродтың ену тереңдігі – пештегі температура" каналы бойынша объекттің инерциялдылығы (X_5), бұл басқарушылық әсер етушіге (электродтың ену тереңдігі) ТЖ реакция уақыты (пештегі температура).

Шығыс айнымалы бұл басқарушылықтың жалпы бағасы (Y).

Барлық осы айнымалыларды (трансформатордың сатыларын ауыстыру фактісінен басқасын) (1) формула көмегімен нормализациялауға болады, ол олардың мәндерін минималдыдан максималдылыққа [0-1] диапазонында өзгеруін бағалауға мүмкіндік береді. X_3 айнымалысы тек екі мәнді ғана қабылдайды: 1 (сатыларды ауыстыру болды) және 0 (сатыларды ауыстыру болған жоқ).

Барлық статикалық және динамикалық басқару каналдарының критерийлері пештің қуатына тәуелді өзгеретіндігін ескеру қажет. Сондықтан Wi қуаттың әр бір мәні үшін жеке жеке ТФЭ жоспарлау матрицасын қалыптастыру қажет.

Енді ең маңыздысына кірісуге болады – ЖЖФЗ фосфорлық зауыттың өндіріс цехінің ИТҚ немесе тәжірибелі – технологтардың білім базасын қалыптастыру немесе өнімнің ережелерін құрастыру. Мысалы, ережелер келесідей түрде болуы мүмкін:

1 Ереже: «ЕГЕР ТЕМПЕРАТУРА МИНИМАЛДЫ» ЖӘНЕ «ЭЛЕКТРОДТЫҢ ЕНУ ТЕРЕҢДІГІ МИНИМАЛДЫ» ЖӘНЕ «САТЫЛАРДЫ АУЫСТЫРУ БОЛҒАН ЖОҚ» ЖӘНЕ «ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ӨЗГЕРУ ЖЫЛДАМДЫҒЫ МИНИМАЛДЫ» ЖӘНЕ «ОБЪЕКТТІҢ ИНЕРЦИЯЛДЫЛЫҒЫ ТӨМЕН» ОНДА « БАСҚАРУШЫЛЫҚ ДӘРЕЖЕСІ ЖОҒАРЫ»;

2 Ереже: «ЕГЕР ТЕМПЕРАТУРА МАКСИМАЛДЫ» ЖӘНЕ «ЭЛЕКТРОДТЫҢ ЕНУ ТЕРЕҢДІГІ МАКСИМАЛДЫ» ЖӘНЕ «САТЫЛАРДЫ АУЫСТЫРУ БАР БОЛҒАН» ЖӘНЕ «ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ӨЗГЕРУ ЖЫЛДАМДЫҒЫ МАКСИМАЛДЫ» ЖӘНЕ « ОБЪЕКТТІҢ ИНЕРЦИЯЛДЫЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ» ОНДА «БАСҚАРУШЫЛЫҚ ДӘРЕЖЕСІ ТӨМЕН»;

3 Ереже: «ЕГЕР ТЕМПЕРАТУРА ОРТАША» ЖӘНЕ «ЭЛЕКТРОДТЫҢ ЕНУ ТЕРЕҢДІГІ ОРТАША» ЖӘНЕ «САТЫЛАРДЫ АУЫСТЫРУ БОЛҒАН ЖОК» ЖӘНЕ «ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ӨЗГЕРУ ЖЫЛДАМДЫҒЫ ОРТАША» ЖӘНЕ «ОБЪЕКТТІҢ ИНЕРЦИЯЛДЫЛЫҒЫ ОРТАША» ОНДА «БАСҚАРУШЫЛЫҚ ДӘРЕЖЕСІ ОРТАША»;

және т.с..

Осы өнімнің ережелерін эксперттермен "ойша экспермент" деп аталатын эксперимент жүргізіп, ТФЭ жоспарлау матрицасы түрінде қалыптастыруға өте ыңғайлы, онда осы үш ереже үшін жоспарлау матрицасы төмендегідей түрде болады (2 кестені қарау).

2-кесте. **Wi қуаты үшін басқарушылық дәрежесін бағалау үшін арналған ТФЭ-ң жоспарлау матрицасы.**

Эксперимента №	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
1	0	0	0	0	0	1
2	1	1	1	1	1	0
3	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5

Айнымалыларды 0, 0.5 және 1.0 үш деңгейлі бағалау кезінде толық факторлық экспериментті жүргізуді қамтамасыз ету үшін эксперименталды нүктелер саны $N=3^5=153$ тең болады. Бірақ 0.0, 0.25, 0.5, 0.75 және 1.0 бес деңгейлі бағалауды қолданған жөн, онда нүктелер саны $N=5^5=2625$ ке тең болады. Бірақ мұндай өте көп экспериментті жүзеге асыру қиынға соғады, мұндай жағдайда эксперитменталды нуктелер саны азырақ кезіндегі [4] бөлшектелген факторлық экспериментті (БФЭ) орындауға болады. Және де диагностика көмекші жүйесіне қарағанда, басқару жүйесі үшін интеллектуалды моделдер дәлдігі аса жоғары болуы тиіс екенін ұмытпау қажет. Сондықтан диагностика жүйесі үшін БФЭ кезінде нүктелер саны пешті басқару жүйесінін нүктелер санына қарағанда анағұрлым аз болуы мүмкін. Бірақ қандай болмасын, "ойша эксперимент" көп жасалған сайын, диагностикалау алгоритмінің интеллектуалды моделі дәлірек болады.

ТФЭ жоспарлау матрицасын интеллектуалды моделдердің үш түрінен біреуін синтездеу үшін қолдануға болады. Интеллектуалды моделдердің үш түрі: анық емес, нейрожелілік немесе нейро-анық емес. Ары қарай алынған интеллектуалды моделдерді сезімталдылыққа, тұрақтылыққа, біріңғайлылыққа және адекваттылыққа зерттеу жүргізіледі. Осы моделдердің үшеуінің ең жақсысын ЖД және АБЖ – диагностика көмекші жүйесін құру кезінде қолдануға болады.

Ары қарай басқарушылық дәрежесін бағасына тәуелді ТЖ ағымдық күйін аппаттық жағдайға (№13 ахау үшін) жақындау дәрежесінің келесі бағалау градациясын мысал ретінде қарастырайық:

а) егер Y мәні 0 ден 0,25 дейінгі аралықта жатса - онда аппаттық жағдай туындады;

б) егер Y мәні 0,26 дан 0,5 дейінгі аралықта жатса – бұл аппаттық алдындағы жағдай;

в) егер Y мәні 0,51 ден 0,75 дейінгі аралықта жатса – аппаттық жағдай ттуындауы мүмкін;

г) егер Y мәні 0,76 ден 1,0 аралығында жатса – пеш калыпты жағдайда.

Пештің басқарушылық дәрежесінің бағасының шамасына тәуелді ЖД және АБЖ келесі шешімдердің біреуін қабылдауы мүмкін:

(г) жағдайында – ешқандай шара қолданбау;

(в) жағдайында – басқарушылықтың төмендеуінің мүмкін себептеріне талдау жасау: жүктеу ағындарда шихтаның тұрып қалуы; шлакты ұзақ ұстау; қысқа электродтар; шихтада кокстың артық болуы; электродтың опырылуы;

(б) жағдайында – талдаудың нәтижесіне байланысты келесі әрекеттердің біреуін орындау: тұрып қалған шихтаның ағынын анықтап, интрукцияға сәйкес “тесу”, кокты максималды жою үшін шлакты ағызып жіберу; электродты қайта қосу немесе кокспен жұтаңдатылған, шихтамен “шаюға”беру;

(а) жағдайында - цех технологтың бұйрығы бойынша әрекет ету.

Осыған ұқсас №бұзылулар кезіндегі пештің басқарушылық дәрежесін бағалау үшін де ТФЭ жоспарлау матрицасын ұйымдастыруға болады. № 17 бұзылуды [9] классификациясы бойынша кездейсоқ (кенеттен пайда болатын) топтарға жатқызуға болады, олардың пайда болу себептерін алдын ала болжауға мүмкін емес. Мұндай топтағы бұзылулар сәйкес датчиктермен тіркелінеді, ал оларға деген реакциялары технологиялық инструкцияларда келтірілген және де монитор экранына ЖД және АБЖ көмекші жүйесі көмегімен көшірілуі мүмкін.

Осылайша ТЖ басқарушылық дәрежесін бағалау ұсынылған әдістемесі алдын ала ертерек аппаттық жағдайлардың туындауын болжап және олардың алдын алуға ықпалын тигізеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 М.В. Ионов, М.Н. Краснянский. Автоматизированные системы технической диагностики химико-технологического оборудования // Вопросы современной науки и практики. – 2012. - №2. С. 66-73..

2 А.Р. Титов, Д.Н. Коркушев, А.В. Широков. Разработка и внедрение интеллектуальной системы диагностики мощных силовых трансформаторов. – Казань: Сетевая компания. – 2006, - 138 с.

3 Б.А. Сулейменов, Г.М. Мутанов, А.Б. Сулейменов. Интеллектуальные системы управления: теория, методы, средства. – Алматы: Казак университеті. - 2012. - 223 с.

4 П.П. Пархоменко. Основы технической диагностики. Кн. I. Модели объектов, методы и алгоритмы диагностики. – М.: Энергия. - 1976. – 464 с.

5 А.Н. Тихонов. Основы теории надежности и диагностики. – Барнаул: АлтГТУ. - 2008, - 226 с.

6. Б.А. Сулейменов, Г.М. Мутанов. Управление технологическими процессами в цветной металлургии. – Алматы: Гылым. – 1997. - 279 с.

7 Kalman R.T. Topicsin Mathematical System Theory. Mc Graw-Hill. - New York. - 1969. – 375 p.

Сугурова Л.А.

Концепция создания интеллектуальной системы контроля и оперативной диагностики состояния технологического оборудования

Резюме. Предложена концепция создания автоматизированных системы контроля и оперативной диагностики состояния основного технологического оборудования. Система контроля и диагностики должна действовать совместно с автоматизированной системой управления. При этом эффекты от оптимального управления и оперативного прогнозирования состояния технологического оборудования будут дополнять друг друга и повышать общую эффективность работы системы. Предлагается методика создания алгоритмов диагностики с использованием интеллектуальных технологий, что значительно ускорит их разработку и повысит точность прогноза.

Ключевые слова: алгоритм, технологический объект, диагностика, автоматизированная система управления, интеллектуальная система, АСУТП.

Sugurova L.A.

The concept of creating a subsystem of dynamic diagnosis of the condition process equipment in the composition

Summaru. The concept of creation of the automated monitoring systems and operational diagnosis of the condition of the main technological equipment. System monitoring and diagnostics should operate in conjunction with an automated control system. At the same time the effects of the optimal management and operational forecasting of the

technological equipment will complement each other and improve the overall efficiency of the system. The technique of creating diagnostic algorithms with intelligent technologies that significantly accelerate their development and increase the accuracy of the forecast.

Key words: algorithm, technological object, diagnostic, automated control system, intelligent system, PCS..

УДК 004.92:615.841

Е.А. Алтай, Ж.Е. Куатканова, Т. А. Усенбай, А. Кунесбеков
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, aeldos@inbox.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛ ПРИ ДЕТЕКТИРОВАНИИ АНОМАЛИИ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MATLAB

Аннотация. Предлагаемый метод состоит в изучении и анализе формы сигнала электрокардиографа (ЭКГ) для обнаружения имеющихся аномалий относительно пиков P, Q, R и S. На первом этапе собираются данные ЭКГ в реальном времени. На следующем этапе производится формирование сигналов с последующей предварительной обработкой. В-третьих, полученный сигнал ЭКГ подвергается извлечению характерных особенностей. Извлеченные особенности позволяют обнаружить аномальные пики, присутствующие в форме сигнала. Таким образом, на основе выделенных особенностей, можно дифференцировать нормальный и аномальный сигнал ЭКГ. Работа выполнена с помощью наиболее известного многофункционального инструмента MATLAB. Моделирование поможет повысить точность для удобного конструирования аппаратных средств.

Ключевые слова. Электрокардиосигнал, фильтры высоких частот, фильтры низких частот, пики, MATLAB.

ВВЕДЕНИЕ

Электрокардиограмма – это диагностический инструмент, с помощью которого измеряют и записывают электрическую активность сердца в мельчайших деталях. Интерпретация этих деталей обеспечивает диагностику широкого спектра угрожающих жизни сердечных заболеваний, о которых говорится в [1] и [2]. Ток распространяется по поверхности тела. ЭКГ генерируется за счет передачи нервного импульса сердцу. Тока на поверхности тела создает падение напряжения, которое составляет от нескольких микровольт до милливольт с импульсной вариацией. Это очень малая амплитуда импульса, требующая усиления в несколько тысяч раз. Типичное ЭКГ нормального сердечного ритма (или сердечного цикла) включает P - волну, комплекс QRS (желудочковый комплекс) и T - волну. Небольшая U-волна, как правило, видна в 50-75% электрокардиограмм. Исходное напряжение ЭКГ известно как изоэлектрическая линия. Как правило, изоэлектрическая изолиния измеряется как участком отслеживания после T-волны, предшествующий следующему P - волне. Электрическая активность сердца может быть зарегистрирована на поверхности тела с помощью ЭКГ. Таким образом, электрокардиограмма (ЭКГ) – это просто вольтметр, в котором используются до 12 различных проводов (электродов), размещенных на заданных участках тела. На рисунке 1 представлено типичная ЭКГ, как указано в [2]. Электрическая активность сердца, как правило, регистрируется контрольными электродами, размещенными на поверхности кожи. Электрический сигнал очень мал (от 0,0001 до 0,003). Эти сигналы находятся в диапазоне частот от 0,05 до 100 Гц (Герц) или циклов в секунду.

При обработке сигнала ЭКГ усилитель прибора играет важную роль, так как сигнал, генерируемый человеческим телом, очень мал по амплитуде. Необходимо добиться высокого коэффициента усиления с высокой степенью подавления синфазного сигнала (CMRR). Сигналы ЭКГ очень шумны, как правило, с частотой 50 Гц. Для проверки и настройки цифрового фильтра использовался MATLAB, как указано в [3], для получения хорошего комплекса QRS без помех, который представляет собой деполяризацию желудочков на ЭКГ, то есть, показывает электрический импульс сердца при прохождении через желудочки.

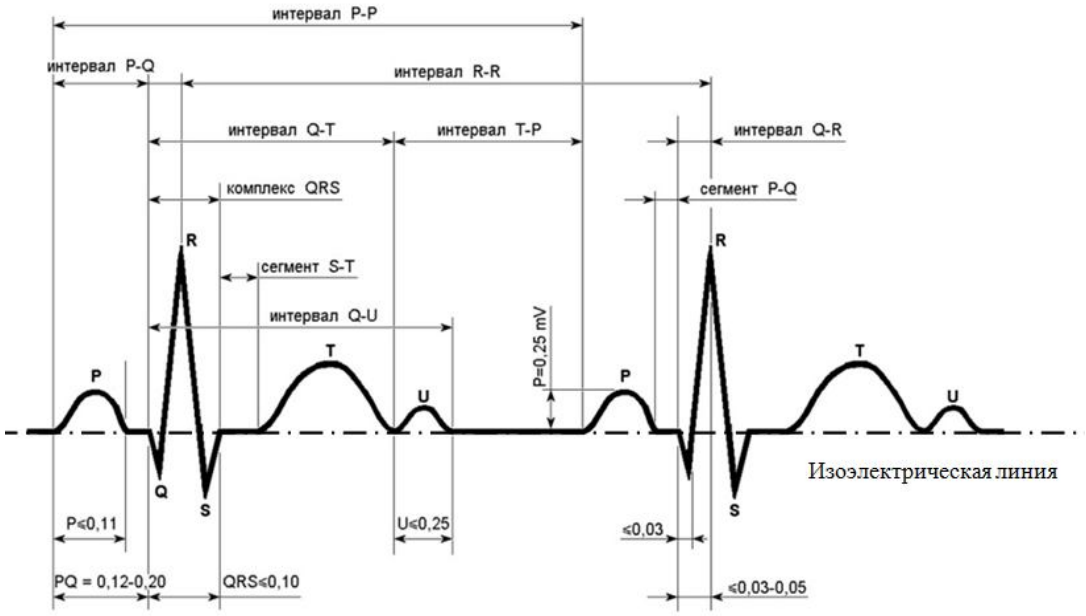


Рис. 1. Типичный цикл сигнала ЭКГ

Методы исследования. Для исследования алгоритма синтезируется фильтры высоких и нижних частот. На выходе фильтра оцениваются состояние кардиосигнала, схема идентификации кардиосигнала на рисунке 2.

Рис. 2. Блок-схема идентификации алгоритма

Сигнал ЭКГ генерируется кодом MATLAB по данным в режиме реального времени. Цель состоит в создании типичных сигналов ЭКГ различных проводов и как можно большей аритмии. Этот метод имеет множество преимуществ при моделировании волновых форм ЭКГ. Во-первых, экономия времени, во-вторых, устранение шума и в-третьих, простое детектирование обнаружение Q, R, S.

Важные особенности формы волны ЭКГ .

Типичная скалярная кардиограмма показана на рисунке 1. Существенные особенности формы сигнала – это воны P, Q, R, S, длительность каждой волны и временные интервалы, такие как P-R, S-T и Q-T. Сигнал ЭКГ является периодическим с фундаментальной частотой, определяемой сердцебиением. Он также удовлетворяет условию Дирихле. Таким образом, для представления сигнала ЭКГ можно использовать ряд Фурье. Если внимательно посмотреть на рисунке 1, можно заметить, что один период сигнала ЭКГ представляет собой сочетание треугольных и синусоидальных сигналов. Важная особенность сигнала ЭКГ может быть представлена сдвинутыми и масштабированными версиями. Форма сигнала представлено на рисунке 3.

• Участки QRS, Q и S сигнала ЭКГ могут быть представлены треугольными формами.

• Участки OP, T U могут быть представлены треугольными формами.

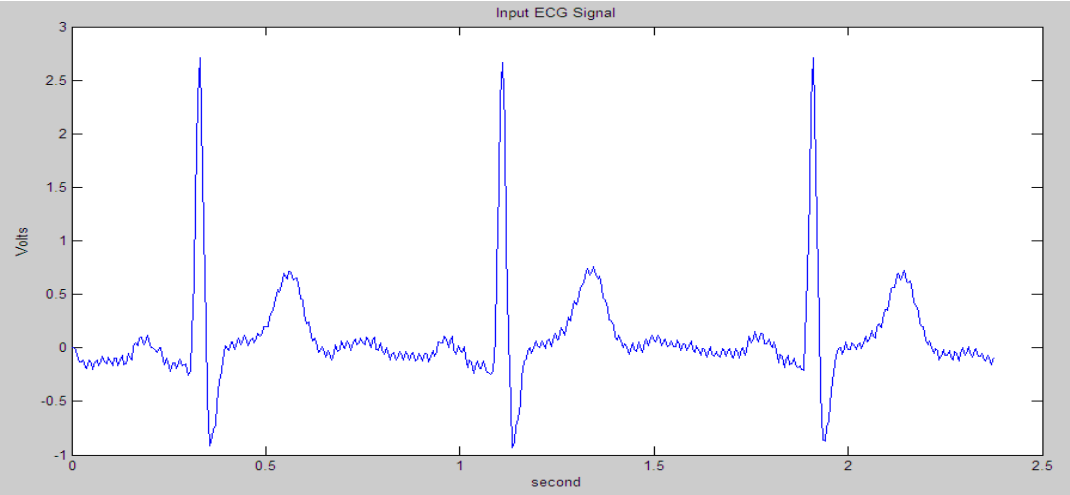


Рис. 3. Типичная форма сигнала ЭКГ в MATLAB

Сгенерированный в MATLAB выходной сигнал показан на рисунке 3. Характеристики для этого сигнала определены по умолчанию и могут быть изменены в соответствии с требованиями пользователя при моделировании кода MATLAB.

Обработка сигнала ЭКГ. Как правило, записанный сигнал часто загрязнен шумами и артефактами, которые могут быть в пределах полосы частот, представляющей интерес, и проявляются с аналогичной характеристикой, как сам сигнал ЭКГ. Для извлечения шумного сигнала ЭКГ, нужно обработать основной сигнал ЭКГ.

Обработку сигнала ЭКГ можно условно разделить на два этапа:

1) Предварительная обработка

2) Выделение особенностей.

На этапе предварительной обработки устраняется или подавляется шум необработанного сигнала ЭКГ. На этапе выделения особенностей из сигнала ЭКГ извлекается диагностическая информация, как описано в [4]. Сигналы ЭКГ, прошедшие предварительную обработку, позволяют устранить шумы из сигналов ЭКГ. Загрязнения ЭКГ можно разделить на следующие категории, как указано в [5]:

• Наводка помех от линий электропередачи

• Помехи от электродов или контактов

• Артефакты от движения пациента/электродов

• Электромиографический (ЭМГ) шум

• Дрейф базовой линии

Среди этих шумов, помехи от линий электропередачи и дрейф базовой линии являются наиболее значимыми, и они могут сильно повлиять на анализ сигнала ЭКГ. Кроме этих двух шумов, другие шумы могут быть широкополосными и, как правило, иметь сложный стохастический характер, который также искажает сигнал ЭКГ. Помехи от линий электропередачи – это узкополосный шум с центральной частотой 60 Гц (или 50 Гц) с пропускной способностью, равной

или меньше 1 Гц. Обычно аппаратура по получению сигнала ЭКГ позволяет устранить помехи от линии электропередачи. Тем не менее, дрейф базовой линии и другие широкополосные шумы не подавить с помощью аппаратного оборудования не легко. Вместо этого более мощным и удобным инструментом для автономной обработки сигнала ЭКГ является программная схема. Мы можем использовать следующий метод кода MATLAB для устранения шума. На рисунке 4 и 5 иллюстрирован отфильтрованный выходной сигнал зашумленного ЭКГ сигнала.

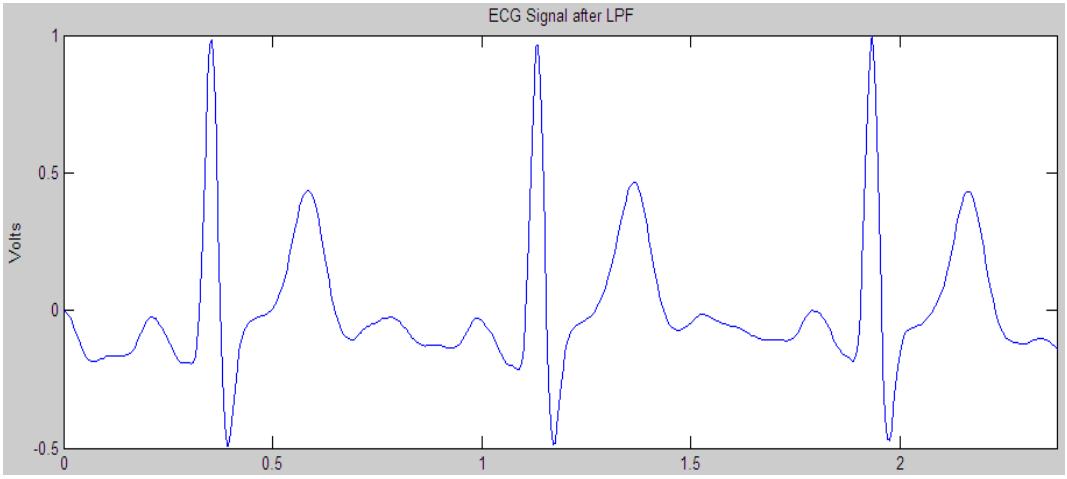


Рис. 4. Типичный выходной сигнал ЭКГ, прошедший низкочастотную фильтрацию

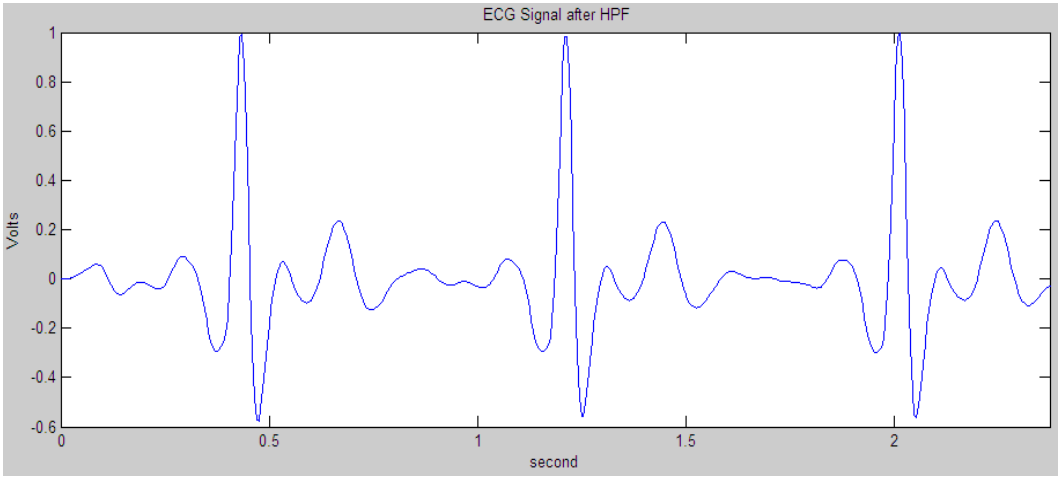


Рис. 5. Типичный выходной сигнал ЭКГ, прошедший высокочастотную фильтрацию

Детектирование комплекса QRS. Обнаружение R-пиков и, следовательно, комплексов QRS в сигнале ЭКГ предоставляет информацию о частоте сердечных сокращений и скорости проводимости. В них также имеется информация о состоянии ткани в сердце, а также различных патологиях. Они представляют доказательства для диагностики заболеваний сердца. По этой причине на эти пики обращается значительное внимание при обработке сигналов ЭКГ. Тем не менее, наличие шума и изменяющейся во времени морфологии затрудняет их детектирование. На рисунке 6 показано детектирование пика/минимума на оригинальном сигнале ЭКГ. Пики и минимумы (особенно точки Q, R и S) становятся более выраженными после такого анализа. После детектирования комплекса QRS можно проанализировать особенность другими методами. Например, мы можем выполнить анализ вариабельности сердечного ритма (HRV) по сигналу интервала R-R, чтобы продемонстрировать состояние сердца и нервной системы.

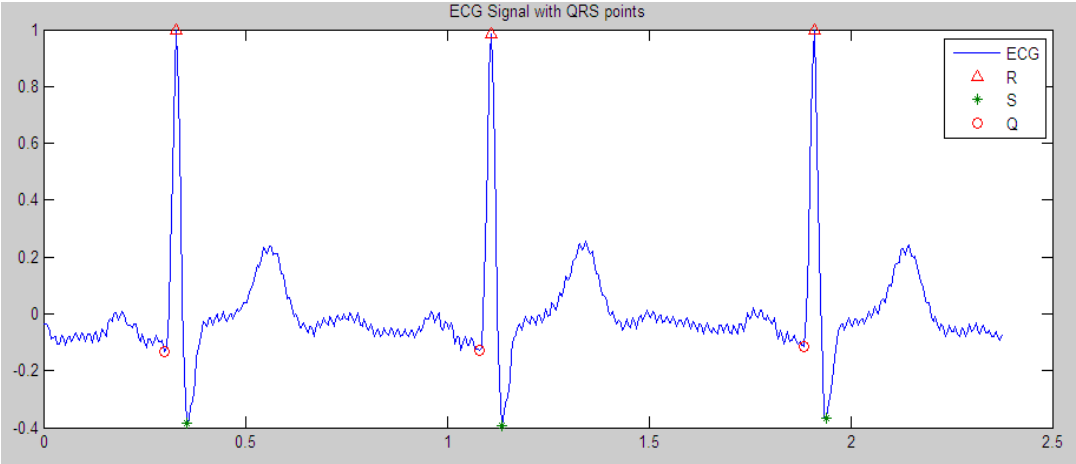


Рис. 6. Типичное представление пика на нормальном сигнале ЭКГ

Аномальный сигнал ЭКГ (аритмия). Аритмия – это проблема частоты или ритма биения сердца. При аритмии сердце может биться слишком быстро, слишком медленно или с нерегулярным ритмом. Слишком быстрое сердцебиение известно как тахикардия. Слишком медленное сердцебиение известно как брадикардия. Большинство аритмий безвредны, но некоторые из них могут быть серьезными или даже опасными для жизни. Во время аритмии сердце не может перекачивать достаточно е количество крови в организме. Отсутствие кровотока может привести к повреждению сердца, мозга и других органов. На рисунке 7 приведено представление аритмии сердца, а на рисунке 8 показаны пики аномального сигнала.

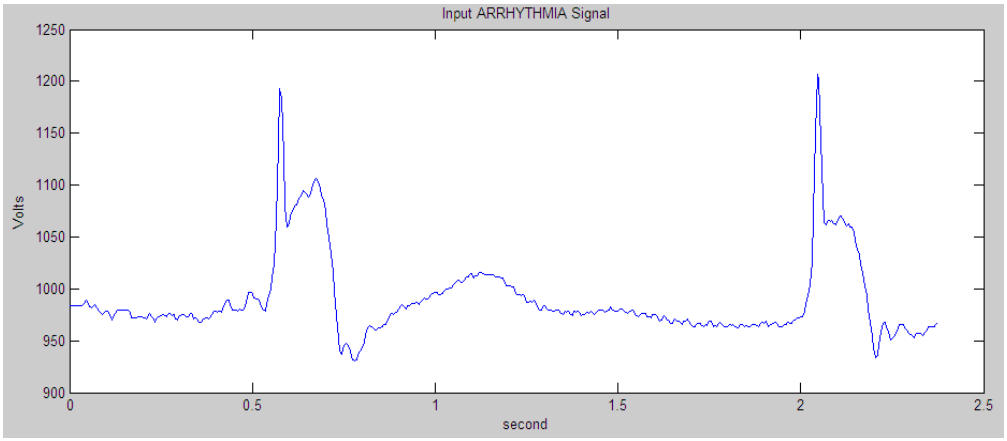


Рис. 7. Сигнал аритмии (аномальный сигнал ЭКГ)

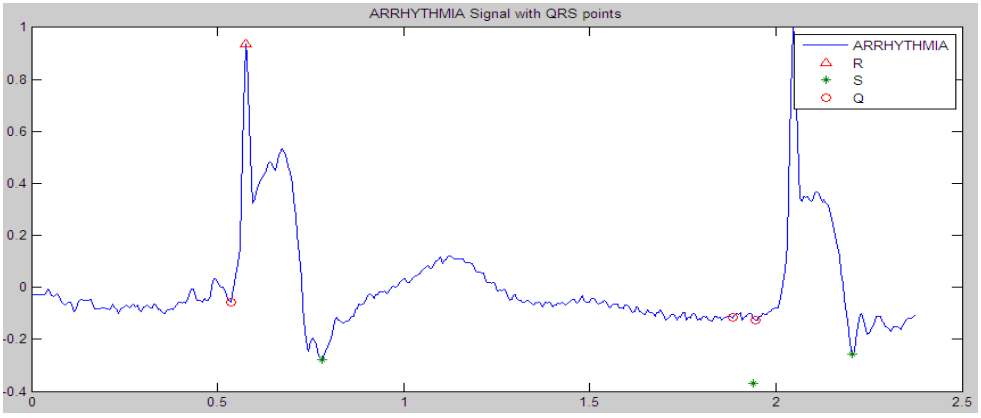


Рис. 8. Представление комплекса QRS на аномальном сигнале

Сравнение различных методов обработки. Хотя не адаптивная фильтрация быстрее, чем адаптивные методы фильтрации, основанная на каком-то оптимальном значении, дает лучшие результаты, как указано в [6]. Хотя адаптивная фильтрация в некоторых случаях усиливает S-пики, она не дает каких-либо серьезных эффектов искажения сигнала. Тем не менее, этот подход более удобный, чем обычные методы фильтрации, подчеркивая особенности сигнала ЭКГ с оптимальным частотно-временным разрешением.

Сравнение нормального и аномального сигнала ЭКГ. В нормальной ЭКГ временной интервал между R-R составляет 0,6-1 секунду, в случае быстрого сердцебиения временной интервал меньше 0,6 секунд, это состояние известно как синусовая тахикардия. В случае медленного сердцебиения временной интервал более 1 секунды, это состояние известно как синусовая брадикардия. Ссылаясь на рисунок 7, мы можем сказать, что интервал R-R для нормального случая составляет 0,6-1 секунду, а по рисунку 8 мы можем сказать, что интервал R-R для аномального случая (сигнал аритмии) больше 1 секунды – синусовая тахикардия.

Заключение

С помощью MATLAB каждый может проследить за своим состоянием сердца, просто используя возможности. Приведенные выше примеры и методы могут использоваться для экспериментов/лабораторных целей в реальном времени. Одним из важнейших этапов в анализе ЭКГ является точное определение различных волн, а именно P, Q, R и S, отображающих весь сердечный цикл. Методология, безусловно, представляет собой новый подход к детектированию точек и нестандартных форм, присутствующих в сигналах ЭКГ. Предлагаемая работа может быть продолжена для дальнейшего улучшения алгоритмов детектирования аномалий и реализации этой системы для определения аритмии сердца с помощью вычисления интервалов между импульсами двух различных сигналов в реальном времени. Для обработки и проектирования алгоритмов детектирования используется MATLAB, в котором выполняются операции математической обработки сигналов и статистического анализа результатов тестов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макешева К. К., Алтайулы А. Е. Измерительные преобразователи биоэлектрической активности сердца //Проблемы современной науки и образования. – 2014. – №. 10 (28).

2. Алтайулы А. Е. Методы детектирования биосигналов //Проблемы современной науки и образования. – 2014. – №. 9 (27).

3. Алтайулы А. Е. Алгоритмические, программные и технические средства идентификации паттернов биоданных //Проблемы современной науки и образования. – 2014. – №. 10 (28).

4. Kuliash M., Yeldos A. Computer modeling electrocardiogram signals using notch filters //European research. – 2015. – №. 3 (4).

5. Дроздов Д.В. Влияние фильтрации на диагностические свойства биосигналов // Материалы конференции /Функциональная диагностика. – 2011. - №3. – С. 75-78

6. Mahesh S.H., Agarbala R.A. FIR equiripple digital filter for reductions of power line interference in the ECG signal // Proceedings of the 7th wseas international conference on signal processing, robotics and automation. - 2008. –P. 147-150

REFERENCES

1. Makesheva K. K., Altayulyi A. E. Izmeritelnyie preobrazovateli bioelektricheskoy aktivnosti serdtsa //Problemyi sovremennoy nauki i obrazovaniya. – 2014. – №. 10 (28).

2. Altayulyi A. E. Metodyi detektirovaniya biosignalov //Problemyi sovremennoy nauki i obrazovaniya. – 2014. – №. 9 (27).

3. Altayulyi A. E. Algoritmicheskie, programmnyie i tehnicheskie sredstva identifikatsii patternov biodannyih //Problemyi sovremennoy nauki i obrazovaniya. – 2014. – №. 10 (28).

4. Kuliash M., Yeldos A. Computer modeling electrocardiogram signals using notch filters //European research. – 2015. – №. 3 (4).

5. Drozdov D.V. Vliyanie filtratsii na diagnosticheskie svoystva biosignalov // Materialyi konferentsii /Funktsionalnaya diagnostika. – 2011. - №3. – S. 75-78

6. Mahesh S.H., Agarbala R.A. FIR equiripple digital filter for reductions of power line interference in the ECG signal // Proceedings of the 7th wseas international conference on signal processing, robotics and automation. - 2008. – P. 147-150

Алтай Е.А., Куатканова Ж.Е., Усенбай Т. А., Кунесбеков А.

MATLAB көмегімен электрокардиосигналдағы өзгерістерді детектрлеуде әсер етуші алгоритмдерді зерттеу

Түйіндеме. Ұсынылып отырған әдіс электрокардиограф сигналын оқу және анализдеуде P, Q, R және S пиктерінен өзгерістерді анықтау. Бірінші этапта нақты уақыт моментінде ЭКГ мәліметтерді өңделінеді. Келесі этапта кардиосигналдың пайда болуы келесі өңделуімен орындалынады. Енгізіліп детектрленген кардиосигналдардың аномальды және идеалданған сигналдарынан пиктерінің орналасуы. MATLAB бағдарламасының кқмегімен жұмыс жүзеге асырылады. Аппараттық бөліктердің құрастыру кезінде модельдеудің тиімділігінің артады.

Түйін сөздер. Электрокардиосигналдар, жоғарғы жиілікті фильтр, төменгі жиілікті фильтр, пик, MATLAB

Altai Y.A., Kuatkanova Zh.E., Usenbaev T.A., Kunesbekov A.

Research on the influence of algorithms electrocardiosignal in detecting abnormalities using MATLAB

Summary. The proposed method consists in studying and analyzing a waveform of the electrocardiograph (ECG) for detecting abnormality relative to existing peaks P, Q, R and S. In the first step the ECG data are collected in real time. At the next stage, the generation of signals with subsequent pretreatment. Third, the resulting ECG signal undergoes extraction of characteristic features. Extracted features can detect anomalous peaks present in the waveform. Thus, based on the selected features can differentiate normal and abnormal ECG signal. This work by the most famous multi-tool MATLAB. Simulation can help improve the accuracy for easy design of hardware.

Key words. Electrocardiosignal, high frequency filters, low pass filter, peak, MATLAB.

666.946.3

Т.М. Алменов, Н.Ш. Нурханов, Б.Қ.Бектұр, Е.Б. Ермахан
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, almen_t@mail.ru)

Бетон бекітпелерінің жетілдірілген жаңа құрамдары

Аңдатпа. Мақалада жерасты ғимараттары мен тау-кен қазбаларын бекітуге қолданылатын бетон бекітпелерінің жаңа құрамдарын жасау бойынша зерттеулер нәтижелері келтірілген. Жүргізілген зерттеулер мен сынақтар нәтижелерінде жерасты қазбалары мен ғимараттары салынатын сілемдердің шарттарына байланысты бетон қоспаларының тиімді болатын жаңа құрамдары жасалған. Атап айтқанда бетон бекітпесінің сығылымға және созылымға беріктігін, сапасын жоғарылату мақсатында, бетон құрамына негізгі толтырмалардан басқа да үдеткіш қоспаларды қосу ерекшеліктері және оның тиімді мөлшерлерін негіздеу зерттеулері қарастырылған.

Түйінді сөздер: Бетон бекітпесі, бетон, бүрікпебетон, фибробетон, толтырмалар, бетон құрамдары, жерасты ғимараттары, сілем, қазбаларды бекітпелеу.

Еліміз жер қойнауының байлықтарына бай елдердің бірі екендігі белгілі. Жер қойнауынан қара, түсті, бағалы және сирек кездесетін металдар, мұнай мен газ, су, тұз және көптеген халық шаруашылығына қажетті пайдалы қазбаларды өндіреді. Осындай пайдалы қазбаларды жерасты әдістерімен өндіру үшін жаңа кеніштерді салу және қайта жарақтандыру кездерінде көптеген күрделі жерасты тау-кен қазбалары салынады және жұмыс істеп тұрған кеніштер де, заман талаптарына сәйкес қайта жарақтандырылып, кеңейтіліп отырылады. Сонымен қатар, әлемдегі дамыған елдер жерасты кеңістігін әртүрлі мақсаттарға кеңінен пайдалануда. Мемлекеттік маңызы бар ірі қалалардағы жер бетінің белгілі бір аудандарын үнемдеу, экологиялық жағдайларды жақсарту, көліктік, энергетикалық және коммуникациялық шараларды дұрыс реттеу үшін жерасты кеңістігінде әртүрлі нысандарды салудың да өзіндік тиімділігі бар және де, бұл мәселелер қазіргі заманның талабы болып отыр. Мұндай арнаулы жерасты ғимараттарының құрылыстарын жүргізу (қоймалар, тоннельдер, метрополитендер, тұрақтар, жерасты комуникациялық желілер, энергетикалық нысандар және т.б.) елімізде де өз жолымен даму үстінде.

Осы ретте, қарастырып отырылған жерасты ғимараттарын бекітпелеуге қолданылатын тұтас бетон және бүрікпебетон бекітпелері қазба салынатын таужыныстары массивінің физико-механикалық қасиеттеріне және бекітпенің конструкциялық қолданылу шарттарына байланысты уақытша және тұрақты бекітпелер (монолитті тұтас бетон, темірбетон, бүрікпебетон (қалыңдығы

әртүрлі 2 *см*-ден 25 *см*-ге дейін) және темір немесе темірбетон анкерлерімен, металл торлармен бірге комбинациялық бекітпе) ретінде жерасты құрылысы тәжірибелерінде кеңінен қолданылады.

Аталған бекітпелердің қолданылу аясы өте кең болғандықтан, олардың құрылымдарын терең зерттеп, кемшілік тұстарын мейілінше азайтып, дайындау және қолдану технологияларын жетілдіру тау-кен және жерасты құрылыстары қарқынды дамыған Қазақстан елі үшін техника-технологиялық және экономика-экологиялық тұрғыдан маңызды мәселелердің бірі болып табылады.

Жерасты ғимараттарын өтуде көп жағдайда тау қысымының қарқынының жылдам өсуі және су келімінің жоғарылауы сияқты жағымсыз сипаттамалар қазбаны өту процесстеріне кері әсерлерін тигізіп жатады. Осындай шарттарда қазбаны өтуде қолданылатын бетон және бүрікпебетон бекітпелерінің жылдам қатып қалуын, таужынысымен жылдам ұстасуын және су келіміне тұрақтылығын қамтамасыз ету қажеттілігі туындайды. Сонымен қатар, бетон мен темірбетон конструкцияларын орнату жұмыстары кезінде де бетонды қалыптан шығару уақытын жылдамдату қажет екендігі белгілі. Ол үшін жылдамқататын арнайы цементтерді, тығыздалуды қамтамасыз ететін сулыцементті қатынасы аз қатты қосындыларды (металл ұнтақтарды, доменді шлактарды, арнайы капронды және болат сымды талшықтарды) және арнайы химиялық үдеткіш қоспаларды пайдалануға болады [1].

Жерасты ғимараттарын бекітуге пайдаланатын бетон және бүрікпебетондардың пайдаланымдық қасиеттерін жоғарылату үшін, соңғы жылдары жалпы азаматтық құрылыстарда және жерасты құрылыстары салаларында бетонның құрамына көптеген әртүрлі үдеткіш қоспаларды қосып қолданысқа енгізу үстінде [1, 2].

Бетон және бүрікпебетон бекітпелерінің беріктігі мен сапасын жоғарылататын үдеткіш қоспаларды әртүрлі тау-кен геологиялық шарттарда салынатын жерасты ғимараттары мен қазбаларды бекіту кездерінде қолдануға болатындығы тәжірибелерде дәлелденген. Үдеткіш қоспаларды белгілі бір цементтің түріне және толтырмаларға (құм, ұсақтас, қиыр тас т.б.) қосқанда бетонның қасиеттері әртүрлі болатындығын зертеушілер анықталған. Сонымен қатар, үдеткіштердің түрлеріне қарай бетон қосындыларының қазбадағы таужыныстармен ұстасу дәрежелері де әртүрлі болатындығы анықталған. Бұл мәселелермен тек ТМД елдерінің мамандары ғана айналысып қоймай, алыс шет елдердің ғалым-инженерлеріде айналысқан. Мысалы, Австрияда техникалық содаға известь қосып жасалған – изокерит қоспа және үдеткіш – сигунит қоспалары жасалып қолданысқа енгізілген [2].

Үдеткіш қоспаларды қосып бетон жасау, материалдар мен еңбек шығындарын жоғарылатуы және бекітпелеу технологиясын біраз қиындатуы, сонымен қатар, кей жағдайларда бетонның кейбір қасиеттерін төмендетуі де мүмкін. Сондықтанда үдеткіш қоспаларды мұқият дәлелді түрде таңдап қабылдау қажет.

Бетон бекітпенің құрамына кіретін цемент, құм, ұсақ тас, үдеткіш қоспа сияқты негізгі қоспалармен қатар, оларды біріңғай бетон қойыртпағына айналдыратын судың да химиялық құрамына қойылатын талаптар бар. Себебі, судың химиялық құрамы бетон қоспасының бірігуінің жылдамдығына және оның беріктігіне үлкен әсер етеді. Мысалы, қоспаның немесе ақаба сулар және құрамында әртүрлі қоспалары бар (қышқылдар, тұздар, майлар және т.с.с.) сутектік көрсеткіштері төмен (РН<4) суларды бетон дайындауға қолдануға болмайды. Химиялық құрамы бойынша қолдануға рұқсат етілген сулар, қоспа дайындалардың алдында сүзіліп тазалануы тиіс.

Тәжірибелерден белгілі үдеткіш-қоспалардың қолдану аймағын және олар қосылған бетон бекітпелерінің қасиеттерін зерттеген зерттеуші ғалымдардың еңбектерін саралай отырып, жерасты ғимараттарын салуда бекітпе ретінде пайдаланылатын бетон бекітпесінің қосынды құрамына жаңа үдеткіш – қоспаны қолданып бетонның жаңа құрамдарын жасау мәселесін қарастырып отырмыз.

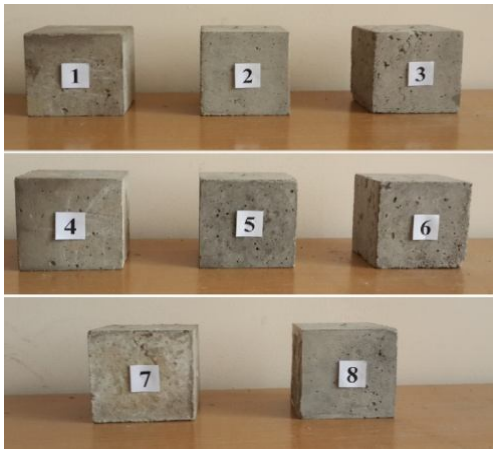
Таужыныстарынан болатын қысымдардың жылдам қарқын алуы және су келімінің болуы шарттарында қазбадағы бүрікпебетонның жылдам қатуын және жылдам ұстасуын қамтамасыз ету қажеттілігі туындайтыны тәжірибелерден белгілі. Бұл жағдайда, жылдамқататын арнайы цементтерді, тығыздалуды қамтамасыз ететін қатты қосындыларды (металл ұнтақтарды, доменді шлактарды, арнайы капронды және болат сымды талшықтарды) және арнайы химиялық үдеткіш қоспаларды пайдалануға болатындығы бірнеше ғалымдардың еңбектерінде баяндалған. Осы зерттеулердегі бекітпе сапасына әсер ететін факторларды ескере отырып, бетон және бүрікпебетон бекітпелерінің қосынды құрамына жылдамқату мен жылдамұстасуды қамтамасыз ететін және бекітпе беріктігін жоғарылататын жаңа үдетпе – қоспаны (латекс СКС-65 ГП “Б”) қолдануды, сонымен қатар, бекітпенің созылымға төтеп беру қасиетін жоғарылату мақсатында полипропиленді фибро талшықтарды пайдалануды ұсынып отырмыз.

Шартты түрде алғанда бетонды жылдамқатыруға арналған үдеткіш әрбір қоспалардың әрбірінің өзінің қолданылу аймағы бар. Бұл ретте аса назар аударатын мәселе қоспаларды бетон құрамына қосқанда оның бағасының қымбаттауы негізгі кері факторлардың бірі болып табылады. Яғни, бетондарды орнату жұмыстарында да үдеткіш қоспаларды қосу материалдар шығындарын жоғарылатуы мүмкін [1].

Жоғарыда келтірілген шарттарды ескере отырып, алға қойылған міндеттерді шешу үшін жалпы тау-кен және жерасты құрылысы салалары тәжірибелердегі жерасты ғимараттарын бекітпелеу технологияларына, бетон бекітпелерімен бекіту процесстері туралы келтірілген зерттеулерге мұқият талдаулар мен сараптамалар жасалды, зертханалық тәжірибелер жүргізе отырып, бетон құрамдарына, пайдаланымдық сапасына және тиімділігіне әсер ететін факторлар анықталды, аналитикалық талдаулар мен математикалық есептеу әдістері қолданылып, нақтылы шарттарға байланысты бетон бекітпелерінің технико-экономикалық көрсеткіштері жағынан тиімді болатын жаңа құрамдары жасалды.

Атап айтқанда, біз зерттеп қабылдаған бетон құрамына қосылатын үдеткіш қоспаның тиімді болатын мөлшерін анықтап қабылдау үшін зертханалық жағдайларда тәжірибелік зерттеулер жүргізілді (ҚазҰТУ, 167, 162 ТМҒ).

Зерттеу барысында үшкомпонентті (Ц:Қ:Ұ=1:2:1; С/Ц = 0,35÷0,45 аралығы) қоспа құрамы алынды және де оның құрамына латекс СКС-65 ГП “Б” үдеткіш қоспасы цемент массасынан 1%, 2%, 3%, 5%, 7%, 10%, 12%, 15% мөлшерінде қабылданып, бетон үлгілері алынды. Үлгі сынақтары өлшемдері 10×10×10 см қабырғалы формада дайындалып орындалды (1-сурет). Сонымен қатар, шартты жағдайда үлгі түрінде есептегенде бетондағы цементтің мөлшері Ц=280÷380кг/м^3 шамасын құрады. Бетон үлгілерінің тәуліктік өсімдері бойынша, сығылуға беріктігі Вольф аспабымен және «proceq» DIGI-SCHMIDT мен тексерілді (2-сурет). Зерттеулер нәтижелері 1-кестеде және 3-сурет гафигінде келтірілді.

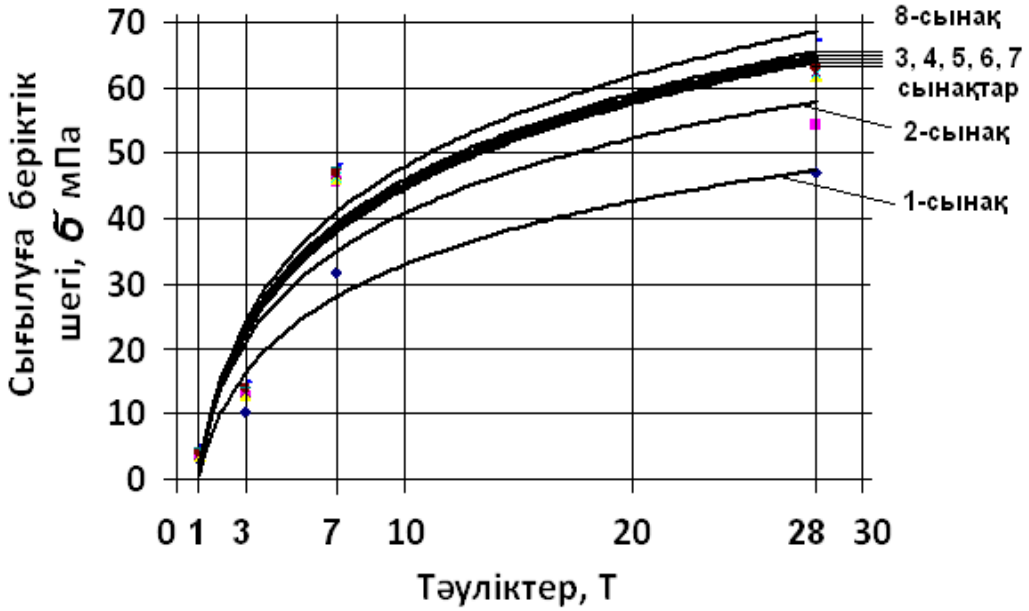


1-сурет. Бетон құрамына латекс СКС-65 ГП “Б” үдеткіш қоспасы цемент массасынан 1% (1-сынақ), 2% (2-сынақ), 3% (3-сынақ), 5% (4-сынақ), 7% (5-сынақ), 10% (6-сынақ), 12% (7-сынақ), 15% (8-сынақ) мөлшерінде қосылып жасалған бетон үлгілерінің 28 тәуліктен кейінгі көрнісі.

2-сурет. DIGI-SCHMIDT 2000 маркалы тексеру балғасымен бетон беріктігін анықтаудаудағы зерттеу нәтижелері

1-кесте. **Бетон құрамына латекс СКС-65 ГП "Б" үдеткіш қоспасының тиімді болатын мөлшерін зерттеу нәтижелері.**

Сынақ номерлері	Бүрікпедегі латекс үдеткіш қоспасының мөлшері, %	Бетон үлгілерінің тәуліктер өсіміндегі сығылуға беріктік шегі, МПа ($\sigma_{сыг.}$)			
		1	3	7	28
1	1	3,1	10,3	31,6	47,1
2	2	3,6	12,9	45,6	54,2
3	3	3,8	14,8	46,9	62,0
4	5	3,8	13,32	46,3	62,3
5	7	3,9	13,46	46,8	62,5
6	10	4,1	13,9	47,0	62,9
7	12	4,73	14,1	47,9	63,4
8	15	5,1	14,8	48,2	67,3



1<T< 28

1 – бетон құрамындағы латекс үдеткіш қоспасының мөлшері - 1% қосылғанда;
2 - 2% ; **3** - 3%; **4** - 5%; **5** - 7% ; **6** - 10%; **7** - 12% ; **8** - 15% болғанда;

1-сынақ $\sigma=13,981Ln(T) + 0,736;\quad R^2=0,95;$
2-сынақ $\sigma=16,54Ln(T) + 2,706;\quad R^2=0,89;$
3-сынақ $\sigma=18,82Ln(T) + 1,197;\quad R^2 = 0,93;$
4-сынақ $\sigma=18,916Ln(T) + 1,509\ ;\ R^2 = 0,93;$
5-сынақ $\sigma=18,955Ln(T) + 1,758;\quad R^2=0,93;$
6-сынақ $\sigma=18,968Ln(T) + 2,293\quad R^2=0,92;$
7-сынақ $\sigma=18,972Ln(T) + 2,297\quad R^2=0,92;$
8-сынақ $\sigma=19,971Ln(T) + 2,0124\ R^2=0,94.$

3-сурет. Құрамы екікомпонентті бетонға латекс СКС-65 ГП "Б" үдеткіш қоспасын 2%-дан 15% аралығында қосқандағы бекітпе беріктігінің тәуліктер бойына өсім көрсеткіштері

Латекс СКС-65 ГП "Б" қоспасының тиімді болатын мөлшерін анықтап зерттеу нәтижелеріне келетін болсақ 1÷8 аралығындағы зерттеу сынақтарының нәтижелерін салыстырғанда қоспа қосылған бетон беріктігінің тез өсетіндігін көреміз. Мысалы: 1-тәуліктен кейінгі 1-ші сынақ пен 5-ші сынақтың беріктік нәтижелерін салыстырғанда бетонның беріктігі сәйкесінше 3,1 МПа және 3,9 МПа аралығында болды, яғни 1% қоспа қосылған бетон беріктігінен (1-сынақ) 7% қоспа қосылған бетон беріктігі (5-сынақ) 1,3 есе яғни, 20%-ға жоғары. Ал 28 тәуліктен кейін 1-ші сынақ пен 5-ші

сынақтардың беріктік нәтижелерін салыстырғанда да бетонның беріктігі 1,3 есе (20%) жоғары екендігін көреміз. Сонымен қатар, 3-ші сынақ пен 8-ші сынақтардың 28 тәуліктен кейінгі беріктік көрсеткіштерін салыстырғанда 3% қоспа қосылған бетон беріктігінен (3-сынақ), 15% қоспа қосылған бетон беріктігі (8-сынақ) 1,08 есе яғни, 8%-ға ғана жоғары (1-кесте, 3-сурет). Осыдан байқағанымыздай бетон құрамына үдеткіш қоспаның мөлшерін жоғары қосқанда да бетонның беріктігі аса жоғарыламайтындығы анықталды. Яғни, бетон құрамына үдеткіш-қоспаның мөлшерін өте ұлғайта берудің де тиімділігі шамалы екенін көруге болады.

Осындай жолдармен барлық сынақтардың беріктік көрсеткіштеріне салыстырмалы талдаулар жүргізілгеннен кейін, бетон құрамына латексті үдеткіш-қоспасын 3% етіп қосудың (3-сынақ) тиімді болатыны анықталды.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде күрделі тау-кен геологиялық шарттарда (орнықтылығы II категориялы таужыныстарында) салынатын жерасты ғимараттарын бетон бекітпелерімен бекітуде қолдануға тиімді болатын жаңа бетон құрамы жасалды. Ол, цемент, құм (3мм-ге дейінгі), ірілігі 10 мм-ге дейінгі ұсақтас (щебень), үдеткіш-қоспа латекс СКС-65 ГП “Б” (цемент массасынан 3%) және судың өзара арақатынастарынан тұрады, **Ц:Қ:Ұ:Л:С=1:2:1:0,03:0,35.**

Сонымен қатар, осы бетон бекітпелерін үлкен қысымдарға (созылымға) тұрақтылығын жоғарылату үшін оның құрамдарына - капронды фибра талшықтарын ($d\times l$=0,4х32мм), полипропиленді фибра талшықтарын ($d\times l$=0,6х35мм) қосуға болады. Бұл жағдай, қазба салынатын таужыныстары массивінің орнықтылығына, геологиялық шарттарына, қазбаға түсетін тауқысымдарының бағыттарына және мөлшерлеріне байланысы зерттеулер бойынша анықталады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Алменов Т.М «Жерасты қазбаларын бүрікпебетонмен бекітпелеудің технологияларын жетілдіру» Диссертация, Алматы, ҚазҰТУ, 2009ж. –149б.

2. Заславский Ю.З., Мостков В.М. «Крепление подземных сооружений». – М.:Недра, 1979-325с.

REFERENCES

1. Almenov T.M. «Zherasty kazbalaryn burikpebetonmen bekitpeleudin tehnologialaryn zhetildiru» Dissertacia, Almaty, KazUTU, 2009 zhyl – 149b.

2. Zaslavskii Iu.Z., Mostkov V.M. «Kreplenie podzemnyh sooruzhenii». – M.Nedra, 1979-325s.

Алменов Т.М., Нурханов Н.Ш., Бектұр Б.Қ., Ермахан Е.Б.

Разработка рациональных составов бетона

Резюме. В данной статье рассмотрены анализы и исследования в целях повышения эксплуатационных и адгезионных свойств бетонных крепи предложен новый состав полимербетонной смеси. Разработанные составы являются наиболее рациональными по массовым соотношением в составе бетонной смеси и позволяет достичь наиболее высоких прочностных и технико-экономических показателей при креплений подземных сооружений.

Ключевые слова: Бетонная крепь, бетон, набрызгбетон, фибробетон, заполнители, состав бетона, подземные сооружение, массив, крепления выработок.

Almenov T., Nurkhanov N., Bektur B., Ermakhan E.

The development of rational structures of concrete

Summary. On the basis of analysis and research to improve the performance and adhesion properties of the concrete lining proposed new structure of polymer concrete mixture. The compositions are most rational in weight ratio in the composition of the concrete mix and allows you to achieve the highest strength and technical and economic indicators in the fastenings of underground structures.

Key wards: Concrete lining, concrete, shotcrete, fibreconcret, placeholders, concrete composition, underground structure, array, mounting openings.

УДК:669.431.2

О.Е. Кайполдаев, Н.Р. Гусейнов, Г.А. Байгаринова, М.Ж. Буранбаев, А.Д. Мурадов
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, oiyk@mail.ru)

УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ ПЛЕНКИ, ПОЛУЧЕННЫЕ СОРАСПЫЛЕНИЕМ МЕТАЛЛОВ И С MAX СТЕХИОМЕТРИЕЙ

Аннотация: Использован метод магнетронного распыления с целью получения тонких пленок углерода с металлами Ti и Al. Произведена попытка получения MAX фазы, обладающей уникальными химическими, физическими, электрическими и механическими свойствами [1]. Были изучены скорость роста пленки, зависимость толщины пенки от времени напыления при одинаковых значениях тока и напряжения. Также проводились работы по уменьшению кислорода в составе пленки путем отжига образца в CVD камере в атмосфере водорода, а также путем удаления оксидного слоя металлов с помощью предварительного распыления подложки.

Ключевые слова: MAX фаза, тонкая пленка, углеродная пленка, карбиды металлов, метод магнетронного распыления

Введение

MAX фазы это тройное соединение карбида или нитрида (“X”) с переходным металлом (“M”) и элементом A-группы который имеет гексагональную форму. Ti_2AlC, Ti_3SiC_2 и Ti_4AlN_3 это широко распространенные соединения. На данный момент известны около шестидесяти MAX фаз и девять из них были открыты за последние пять лет. MAX фазы вызывают интерес, благодаря своим замечательным химическим, физическим, электрическим и механическим свойствам. Эти материалы в основном наследуют характеристики металлов и керамики. К примеру, MAX фазы не окисляются и не подвергаются коррозии, подвергаются механической обработке и имеют высокую электропроводность, а также теплопроводность. Эти свойства вытекают из нанослоистой структуры с $M_n + 1X_n$ слоями, соединенными между собой атомами элементов A-группы. Исследования MAX фаз были ускорены с началом применения методов получения тонких пленок. Магнетронное распыление и осаждение с дуги были применены для получения монокристаллического материала с помощью эпитаксиального роста, которые дали возможность исследовать свойства материала [2].

Магнетронное распыление - технология нанесения тонких плёнок на подложку с помощью магнетрона. Процесс распыления (рис. 1).

Принцип магнетронного распыления основан на образовании над поверхностью катода кольцеобразной плазмы в результате столкновения электронов с молекулами газа (чаще всего аргон). Положительные ионы, образующиеся в разряде, ускоряются в направлении катода, бомбардируют его поверхность, выбивая из неё частицы материала.

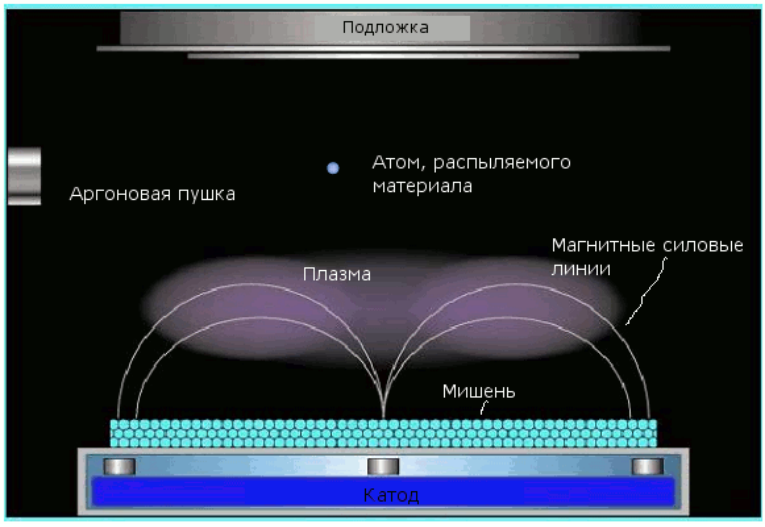


Рис. 1. Процесс распыления материала

Покидающие поверхность мишени частицы осаждаются в виде плёнки на подложке, а также частично рассеиваются на молекулах остаточных газов или осаждаются на стенках рабочей вакуумной камеры (рис. 2).

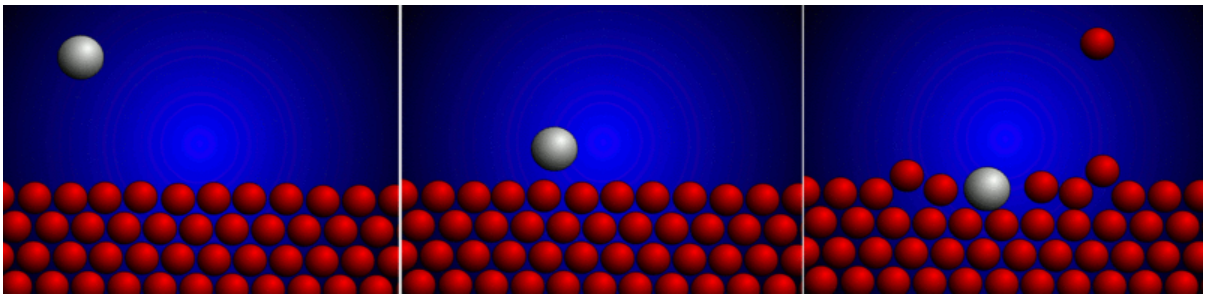


Рис. 2. Тяжелый ион аргона (белый шарик) разгоняется в электрическом поле и выбивает атом материала (красный шарик), который высаживается на поверхности подложки, образуя на ее поверхности пленку

При столкновении ионов с поверхностью мишени происходит передача момента импульса материалу. Падающий ион вызывает каскад столкновений в материале. После многократных столкновений импульс доходит до атома, расположенного на поверхности материала, и который отрывается от мишени и высаживается на поверхности подложки. Среднее число выбитых атомов на один падающий ион аргона называют эффективностью процесса, которая зависит от угла падения, энергии и массы иона, массы испаряемого материала и энергии связи атома в материале. В случае испарения кристаллического материала эффективность также зависит от расположения кристаллической решетки[3]. Физические процессы, происходящие в материале при его бомбардировке показаны на рисунке 3.

Рис. 3. Физические процессы, происходящие в материале при его бомбардировке

Для эффективной ионизации аргона, распыляемый материал (мишень) размещают на магните. В результате эмиссионные электроны, вращающиеся вокруг магнитных силовых линий локализуются в пространстве и многократно сталкиваются с атомами аргона, превращая их в ионы.

При бомбардировке поверхности мишени ионами генерируются несколько процессов:

- ионное(катодное) распыление материала мишени;
- вторичная электронная эмиссия;
- десорбция газа;
- имплантация дефектов;
- ударная волна;
- аморфизация;

Магнетронное распыление, в отличие от обычного диодного распыления, позволяет получать высокую плотность ионного тока, а значит, и высокие скорости распыления при относительно низких давлениях порядка 0,1 Па и ниже[4].

Эксперимент

Эксперимент проводился в вакуумной среде, значения вакуума 10^{-2} Па. В качестве подложки был взят монокристалл кремния (100), Подложка подвергалась химической обработке с целью снятия кислородного слоя в 10% плавиковой кислоте в течение 5 минут. Далее промывалась в дистиллированной воде, затем следовала сушка подложки в среде аргона. В качестве мишени использовались графит, титан (99,99%), алюминий (99,9%). Рабочий газ-Ar (99,999%). Магнетронный метод - метод получения тонкой пленки. Источник питания постоянного тока: значения тока 34 мА, при напряжении 600 В. Пленки напылялись 15, 30, 60 минут. Образцы были исследованы с помощью сканирующего электронного микроскопа. Произведена оценка толщины пленок, а также элементный состав пленок. Толщина полученных пленок изменялась линейно в зависимости от времени напыления пленки: 122,4 нм, 239 нм, 507,2 нм (рис. 4).

Элементный анализ показал одинаковое массовое (Wt%) и атомное (At%) содержание всех элементов независимо от времени напыления оставалось неизменным, содержание кислорода в пленке было около 12 At% (рис. 5).

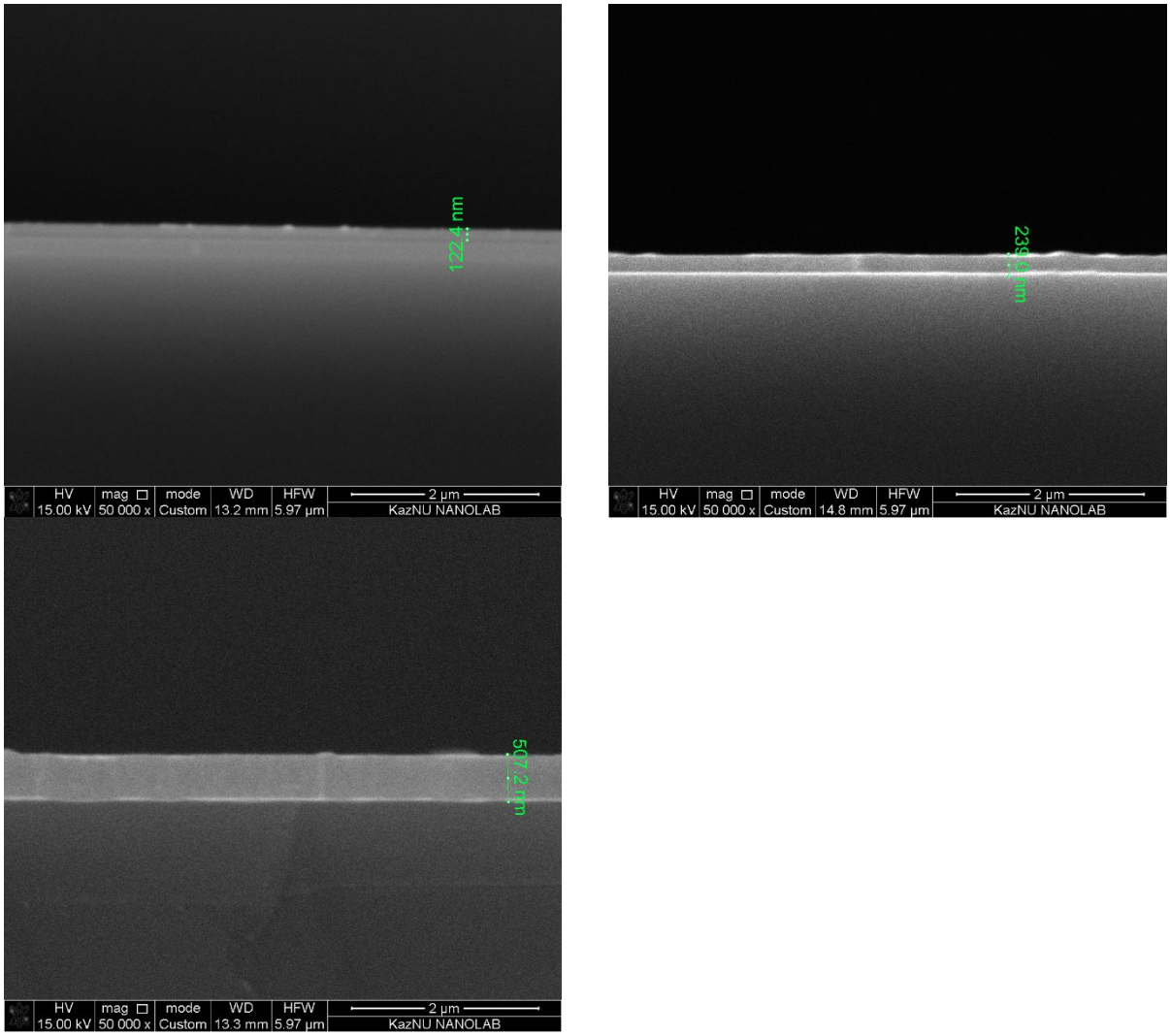
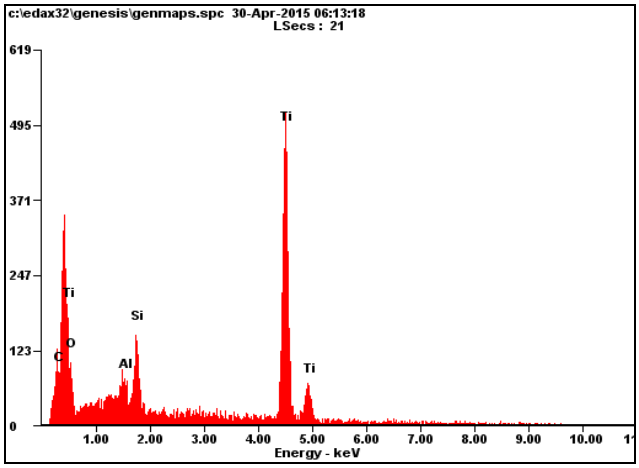


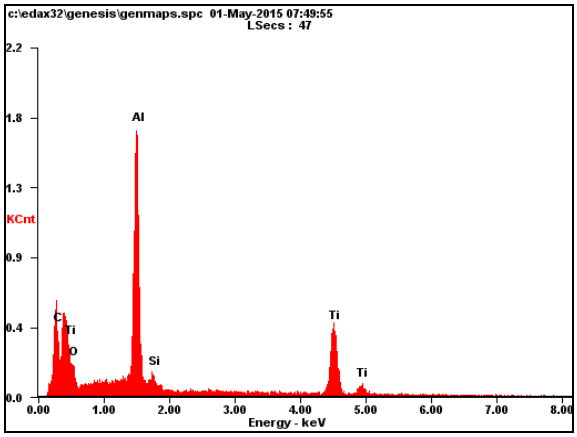
Рис. 4. Зависимость толщины пленок от времени напыления



Element	*Wt%*	*At%*
CK	6.68	19.81
OK	5.43	12.09
AlK	1.41	1.86
SiK	3.69	4.68
TiK	82.79	61.56
Matrix	Correction	ZAF

Рис. 5. Элементный анализ пленки, полученной магнетронным методом.

Кислород в полученных пленках не соответствовал стехиометрии MAX фазы. С целью уменьшения кислорода в пленке проводился отжиг полученных образцов в CVD камере в атмосфере водорода при температуре 1000°C в течении 30 минут. После этого был произведен элементный анализ который показал, что содержание кислорода в пленке оставалась неизменным. Чтобы уменьшить долю кислорода в пленке, поверхность мишеней распылялась в течение 90 минут на заслонку, с последующим напылением элементов на саму подложку. Тем самым удалось уменьшить процентное содержание кислорода в пленке более чем в два раза. Также путем увеличения площади распыляемого образца алюминия удалось получить образец с 21,36 At% содержанием алюминия (рис.6).



Element	*Wt%*	*At%*
CK	13.87	33.96
OK	2.68	4.92
AlK	19.60	21.36
SiK	1.30	1.37
TiK	62.55	38.40
Matrix	Correction	ZAF

Рис. 6. Элементный анализ пленки с предварительным распылением оксидов металлов.

Заключение

Получены тонкие пленки углерода с металлами Ti и Al. Исследованы скорость роста пленок, исследован состав пленок, а также было уменьшено процентное содержание кислорода путем удаления оксидного слоя на подложках металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Joseph Halim, Maria R. Lukatskaya, Kevin M. Cook,Jun Lu, Cole R. Smith, Lars-Åke Naslund, Steven J. May, Lars Hultman, Yury Gogotsi, Per Eklund, and Michel W. Barsoum, Transparent Conductive Two-Dimensional Titanium Carbide Epitaxial Thin Films.

2. Eklund, P., Beckers, M., Jansson, U., Högberg, H., & Hultman, L., The Mn+1AXn phases: Materials science and thin-film processing. Thin Solid Films 518, 1851-1878 (2010)

3. Sigmund P. Mechanisms and theory of physical sputtering by particle impact // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B Beam Interactions with Materials and Atoms. — 1987. — Vol. 27. — P. 1-20. — DOI:10.1016/0168-583X(87)90004-8

4. Behrisch R. Sputtering by Particle bombardment: Experiments and Computer Calculations from Threshold to Mev Energies / под ред. Eckstein W.. — Берлин: Springer, 2007.

Кайполдаев О.Е., Гусейнов Н.Р., Байгаринова Г.А., Буранбаев М.Ж., Мурадов А.Д.

Стехиометрия max бар металдар тең тозаңдату және қабақшалар мүмкіндігі алынған көміртегі бар қабақшалар

Түйіндеме: Бұл мақалада біз Ti және Al металдары бар көміртегінің жұқа қабықшаларын алу үшін, магнетронды тозаңдату әдісін қолдандық. Ерекше химиялық, физикалық, электрлік және механикалық қасиеттерге ие MAX фазалық материалды алуға тырыстық [1]. Кернеу мен токтың бірдей мәндері үшін, қабықшаның уақытқа байланысты өсу жылдамдығын зерттелді және қалыңдығы өлшенді. Сондай-ақ, сутегі атмосферасында, CVD камерада үлгілер оттегіні азайту мақсатпен күйдірілді. Сонымен қатар төсеніште алдын ала тозаңдату жолымен металл бетіндегі оксидті қабатты алу арқылы үлгінің құрамындағы оттегтің пайыздық үлесін түсірілді.

Түйінді сөздер: MAX фазалық қабықшалар, көміртек қабықшалар, металл карбидтері, магнетронды тозаңдату әдісі

Kaipoldayev O.E., Guseinov N.R., Baigarinova G.A., Buranbaev M.J., Muradov A.D.

The carbon-containing film obtained co-sputtering of metals and the possibility of films with stoichiometry max

Summary: In this paper we used the method of magnetron sputtering to produce thin films of carbon with metals Ti and Al. Attempted to obtain MAX phases have unique chemical, physical, electrical and mechanical properties [1]. We studied the growth rate of the film thickness dependence of the foam from the deposition time for the same values of voltage and current. Also work to reduce the oxygen in the film by annealing the sample in a CVD chamber under a hydrogen atmosphere, and by removing the metal oxide layer by first sputtering the substrate.

Key words: MAX phase thin film, carbon film, metal carbides, magnetron sputtering method

ӘОЖ 519.8

Е.А. Нысанов[1], С.Ж. Құрақбаева[1], Ғ.Ә. Бесбаев[1], Ғ.Ж. Ельбергенова[1], Р.Е. Нысанов[2]
([1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
[2] Қазақстан инженерлі-педагогикалық халықтар Достығы университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы)

ТҮБІ ЖАРТЫЛАЙ ЭЛЛИПСОИДТЫ ЦИЛИНДРЛІК ФОРМАДАҒЫ СУ НЫСАНДАРЫНДА ЛАСТАНУДЫҢ ТАРАЛУЫН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ЕСЕПТЕУ

Аннотация. Берілген мақалада түбі жартылай эллипсоидты жабық цилиндрлік формадағы су ортасында сарқынды сулармен ластану таралуының математикалық модельдеу есебі қарастырылған. Бұл есепті шешу үшін жергілікті көздер әдісі пайдаланылған. Соның ішінде, ластану көзінің су қоймасының түбіне қатысты орналасуына және су ортасының формасына тәуелді жағдайлар зерттелген. Қарастырылған үш өлшемді диффузиялық есептің сандық тәжірибесінің нәтижелері бойынша түбі жартылай эллипсоидты цилиндрлік формадағы су ортасында қоспаның таралу графиктері тұрғызылған.

Кілттік сөздер: математикалық модельдеу, ластанудың таралуы, үш өлшемді диффузиялық есеп, сандық тәжірибе, жартылай эллипсоидты форма.

Қазіргі таңда су нысандарының ластану көлемін зерттеу үшін математикалық әдістердің кең ауқымына барынша жиі сүйенеді. Зерттеу нысанында, сонымен қатар жүйелік талдауды қолдану кезінде болатын құбылыстар мен процесстердің мағыналарын дұрыс түсінгенде ғана бұл немесе басқа әдісті пайдалану тиімділігі арта түседі. Бірақ, ластанудың жергілікті көздерінен шектелген резервуарлардың көлемі бойынша таралу серпінін дәл математикалық сипаттау мәселесі осы күнге дейін жеткілікті дәрежеде зерттелмеген [1]. Бұл шекаралық шарттардың қойылымында, сонымен қатар аналитикалық шешу әдістерінде болатын белгілі математикалық қиыншылықтардың берілген есепке әсерімен түсіндіріледі.

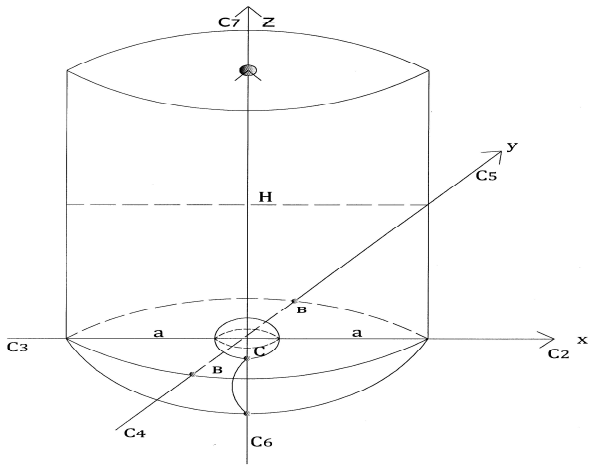
Берілген зерттеуде [2] жұмыста ұсынылған жергілікті көздер әдісіне негізделген, жергіліктіленген қоспалардың шектелген облыс бойынша таралу серпінін модельдеу әдістемесі жасалған. Идеяның негіздемесі мен осы әдістің берілген процесске бейімділігі, біздің назарымызша, диффузиялық процесс пен сұйықтың толтырылған қабат бойынша жайылу процесінің математикалық ұқсастығында деп ұғынуға болады [3]. Нәтижеде диффузия коэффициентін, су қоймасының

өлшемдерін, сонымен қатар ластану көзінің орналасуын ескеріп, тастандыдан кейінгі белгілі уақыт аралықтарында су нысанының ластану концентрацияларын есептеу әдісі мен ластандырушы заттың жан-жаққа тарқалу көрінісін аламыз.

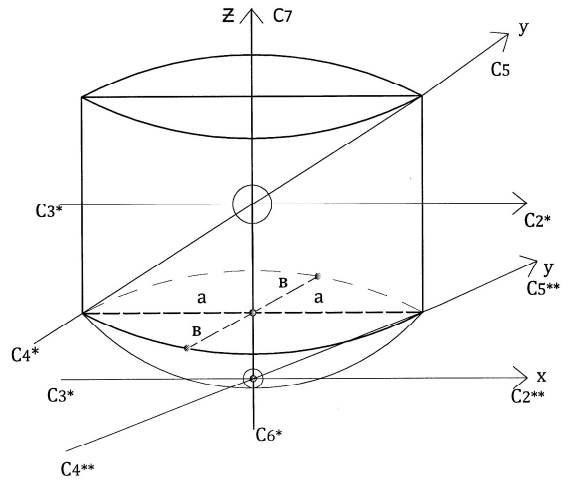
Біздің алғашқы зерттеулеріміз тік төртбұрышты формадағы су нысандарын зерттеуге бағытталған болатын. Бұл зерттеулердің нәтижелері [4,5] жұмыстарында көрсетілген. Шындығында, су нысаны түрлі формада болуы мүмкін. Су қоймасының формасын ескеріп, біртекті жабық ортада сарқынды сулармен ластанудың таралуын математикалық модельдеуде шекаралық шарттардың қойылымы ерекше қиындық тудырады.

Есептің қойылымы. Математикалық модельдеу және есептеу

Түбі жартылай эллипсоидты формадағы біртекті жабық цилиндрлік су ортасында судың ластану жағдайын талдауға мүмкіндік беретін үш өлшемді есепті қарастырамыз, яғни, бірден түсетін тастанды нәтижесінде цилиндрлік формадағы үш өлшемді шектелген кеңістікте ластандырушы заттардың таралу көрінісін алмақшымыз. Ластану көзінің орналасуының түрлі жағдайлары қарастырылды: су қоймасының түбі мен ортасында және түбінен біраз қашықтықта. Берілген есептің қойылымы 1(а,б) сурет түрінде бейнеленуі мүмкін.



а)



б)

1- сурет. Ластану көзінің мүмкін болған орналасу жағдайлары:
түбінен біраз қашықтықта (а), су қоймасының ортасы мен түбінде (б)

Бұл жерде 2b, 2a, H су қоймасының өлшемдерін сипаттайтын көрсеткіштер (ені, ұзындығы, биіктігі); s, h, q – ластану көзінің ортасынан су қоймасының ортасына дейінгі ұзындығы, ені және биіктігі бойынша қашықтық; l – ластану көзінің параметрі (шардың радиусы); c – эллипсоидтың z координатасы бойынша жартылай осі.

Түбі жартылай эллипсоидты цилиндрлік формадағы су нысандарында ластанудың таралуын есептеу:

а) ластану көзі су нысанының түбінен біраз қашықтықта болған жағдай

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1 \text{ демек } \frac{z^2}{c^2}=1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2},$$

$$z = \pm c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}},$$

нысанның түбі төмендегі бетпен сипатталады

$$z = -c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}}.$$

Зерттелу облысы:

$$\begin{cases} -a \le & x & \le a \\ -b \le & y & \le b \\ -c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}} & \le z & \le H \end{cases}$$ сонымен бірге $1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}\ge 0$, $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}\le 1$,

яғни x, y – тің берілетін мәндері центрі координаталар төөбесінде, ал жартылай остері a және b болған эллипстің ішінде жатуы тиіс. Ластану көзінің ортасынан су қоймасының ортасына дейінгі ұзындығы, ені және биіктігі бойынша қашықтық $s=0$, $h=0$, $q=\frac{H}{2}$, м. Ластану көзінің ұзындығы, ені, биіктігі 2ℓ, м;

б) ластану көзі су нысанының ортасында болған жағдай

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{\left(z+\frac{H}{2}\right)^2}{c^2}=1 \text{ демек , нысанның түбі } z=-c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}}-\frac{H}{2}$$

$$\begin{cases} -a \le & x & \le a \\ -b \le & y & \le b \\ -c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}}-\frac{H}{2} & \le z & \le \frac{H}{2} \end{cases}$$

$$s = 0\ ,\ h=0\ ,\ q=0\ ;$$

в) ластану көзі су нысанының түбінде болған жағдай

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{(z-(c-\ell))^2}{c^2}=1 \text{ демек , нысанның түбі } z=-c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}}+c-\ell$$

$$\begin{cases} -a \le & x & \le a \\ -b \le & y & \le b \\ -c\sqrt{1-\dfrac{x^2}{a^2}-\dfrac{y^2}{b^2}}+c-\ell & \le z & \le H+c-\ell \end{cases}$$

$$s=0\ ,\ h=0\ ,\ q=\frac{H}{2}+(c-\ell)\ .$$

Су нысанында қоспаның таралуы үш өлшемді диффузия теңдеуімен сипатталады [6]:

$$\frac{\partial C}{\partial t}=D\left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 C}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 C}{\partial z^2}\right)$$

Жергілікті көздер әдісіне сәйкес [3, 125-128 б.] қаралатын жағдайлар үшін су нысанындағы қоспаның жалпы концентрациясы (1) формула бойынша есептеледі.

$$\widetilde{C}(x,y,z,t)=\mu(C_1(x,y,z,t)+C_2(x,y,z,t)+C_3(x,y,z,t)+C_4(x,y,z,t)+ C_5(x,y,z,t)+C_6(x,y,z,t)+\gamma^* C_7(x,y,z,t)) \quad , \qquad (1)$$

бұл жерде γ - су нысанының жоғарғы бетіндегі су арқылы қоспаның тарқалу коэффициенті; $C_1(x,y,z,t)$, $C_2(x,y,z,t)$, $C_3(x,y,z,t)$, $C_4(x,y,z,t)$, $C_5(x,y,z,t)$, $C_7(x,y,z,t)$ төмендегі формулалар бойынша анықталады:

$$C_1(x,y,z,t)=\left(\frac{1}{2\sqrt{\pi\cdot D\cdot t}}\right)^3\cdot\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l} e^{-\left[\frac{(x-\zeta)^2+(y-\eta)^2+(z-\theta)^2}{4\cdot D\cdot t}\right]}d\zeta\, d\eta\, d\theta\ ,$$

$$C_2(x,y,z,t)=\left(\frac{1}{2\sqrt{\pi\cdot D\cdot t}}\right)^3\cdot\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l} e^{-\left[\frac{[2(a-s)-x-\zeta]^2+(0-\eta)^2+(0-\theta)^2}{4\cdot D\cdot t}\right]}d\zeta\, d\eta\, d\theta$$

$$C_3(x,y,z,t)=\left(\frac{1}{2\sqrt{\pi\cdot D\cdot t}}\right)^3\cdot\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l} e^{-\left[\frac{[-2(a+s)-x-\zeta]^2+(0-\eta)^2+(0-\theta)^2}{4\cdot D\cdot t}\right]}d\zeta\, d\eta\, d\theta$$

$$C_4(x,y,z,t)=\left(\frac{1}{2\sqrt{\pi\cdot D\cdot t}}\right)^3\cdot\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l} e^{-\left[\frac{(0-\zeta)^2+[-2(h+b)-y-\eta]^2+(0-\theta)^2}{4\cdot D\cdot t}\right]}d\zeta\, d\eta\, d\theta\ ,$$

$$C_5(x,y,z,t)=\left(\frac{1}{2\sqrt{\pi\cdot D\cdot t}}\right)^3\cdot\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l}e^{-\left[\frac{(0-\zeta)^2+[2(b-h)-y-\eta]^2+(0-\theta)^2}{4\cdot D\cdot t}\right]}d\zeta\,d\eta\,d\theta,$$

$$C_7(x,y,z,t)=\left(\frac{1}{2\sqrt{\pi\cdot D\cdot t}}\right)^3\cdot\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l}e^{-\left[\frac{(0-\zeta)^2+(0-\eta)^2+[2(\frac{H}{2}+q)-z-\theta]^2}{4\cdot D\cdot t}\right]}d\zeta\,d\eta\,d\theta.$$

$C_6(x,y,z,t)$ мәнін табу формуласының ластану көзінің орналасу жағдайларына тәуелділігін байқауға болады. $C_6(x,y,z,t)$ жалпы формуласы:

$$C_6(x,y,z,t)=\left(\frac{1}{2\sqrt{\pi\cdot D\cdot t}}\right)^3\cdot\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l}\int_{-l}^{l}e^{-\left[\frac{(0-\zeta)^2+(0-\eta)^2+[-2(\frac{H}{2}-q)-z-\theta]^2}{4\cdot D\cdot t}\right]}d\zeta\,d\eta\,d\theta, \qquad (2)$$

(2) формулада ластану көзі су нысанының түбінен біраз қашықтықта болған жағдай үшін $q=\frac{H}{2}$; ластану көзі су нысанының ортасында болған жағдай үшін $q=0$; ластану көзі су нысанының түбінде болған жағдай үшін $q=\frac{H}{2}+(c-\ell)$.

Түзету μ келесі формула бойынша есептеледі:

$$\mu=\frac{S_1}{S_2},$$

бұл жерде $S_1=\int_{-1000}^{1000}\int_{-1000}^{1000}\int_{-1000}^{1000}C_1(x,y,z,t)\,dxdydz$,

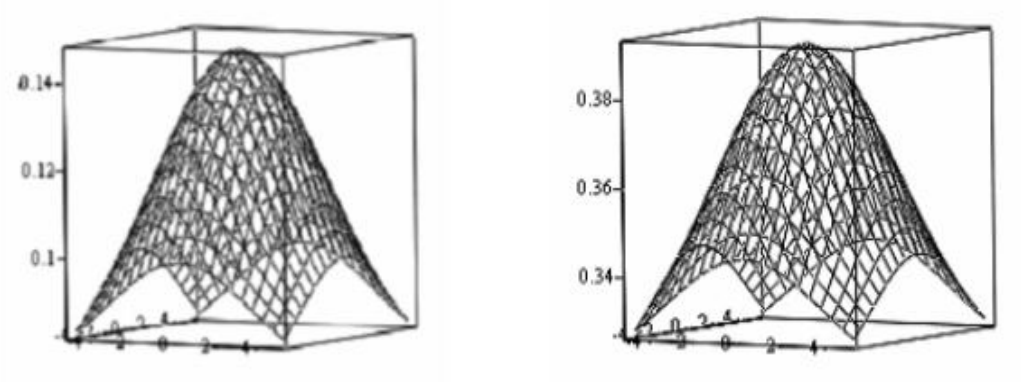
$$S_2=\int_{-(h+b)}^{b-h}\int_{-(a+s)}^{a-s}\int_{-(\frac{H}{2}-q)}^{\frac{H}{2}+q}\widetilde{C}(x,y,z,t)\,dxdyd$$

Су нысанының жоғарғы бетіндегі су арқылы қоспаның тарқалу коэффициентінің мәні $0<\gamma\leq 1$ шартын қанағаттандыруы тиістігіне назар аударамыз. Диффузия коэффициенті D суда қоспаның қалай таралуын көрсетеді және оның мәні қоспаның түріне тәуелді болады.

Сонымен, b, a, c, $\frac{H}{2}$, D, γ, l, s , h, q және уақыт t, координаталар x, y , z түрлі мәндерін (1) формулаға қойып, белгілі нүктеде ластандырушы заттың концентрациясын есептеу мүмкін.

Белгілі бастапқы мәліметтерде есептеу амалдарын орындап, су нысанында қоспаның таралуын сипаттайтын графиктер тұрғызу мүмкін. Мысал ретінде (Сурет 2), жоғарыда қарастырылған екі

жағдай үшін алты метр биіктіктен ластандырушы заттың таралу графиктері көрсетілген. (1), (2) формулалары бойынша есептеу бастапқы мәліметтер [7,8]: b=10 м , a =12м, c=6м, $\frac{H}{2}$ =12м , D = 0.3, γ =0.7, *l* =3м, s =0 м , h =0 м, q = $\frac{H}{2}$ (ластану көзі су нысанының түбінен біраз қашықтықта), q = $\frac{H}{2}$ +(c - *l)* (ластану көзі су нысанының түбінде) және t=15 с. болғанда Mathcad Prime 2.0 ортасында орындалған.



а) *б)*

2- сурет. Ластандырушы заттың 6 м биіктіктен 15 с ішінде таралуы:
(а)- ластану көзі су нысанының түбінен біраз қашықтықта және *(б)* - ластану көзі су нысанының түбінде

Қорытынды:

1. Түбі жартылай эллипсоидты цилиндрлік формадағы су нысандарында ластанудың таралуын анықтайтын үш өлшемді модельдер құрылған.

2. Өндірістік мекемелердің түбі жартылай эллипсоидты цилиндрлік формадағы жабық су жүйелерінің сарқынды суларының құрамында болатын ластанушы заттардың таралуын талдау үшін үш өлшемді диффузиялық есеп шешілген.

3. Ластану көзінің орналасуының барлық мүмкін жағдайлары зерттелген: су қоймасының түбі мен ортасында және түбінен біраз қашықтықта. Ұсынылған модельдер көп критериальды, себебі оларды қолданғанда ластандырушы заттың түрі, оның параметрлері, су нысанының өлшемі мен формасы, релаксация уақыты және т.б. ескерілген.

4. Ластану көзінің орналасу жағдайын ескеріп, цилиндрлік формадағы су нысанында ластандырушы заттың таралу процесін зерттеу үшін сандық тәжірибелер өткізілген. Қарастырылған үш өлшемді диффузиялық есептің сандық тәжірибесінің нәтижелері бойынша түбі жартылай эллипсоидты цилиндрлік формадағы су ортасында қоспаның таралу графиктері тұрғызылған.

5. Жабық су нысанында ластандырушы заттың таралуының серпінділік сипаттамаларының әсері бағаланған.

6. Ұсынылған есептеу әдісі цилиндрлік формадағы су нысанының белгілі жерінде ластандырушы заттың концентрациясының мәнін, осы процесске елеулі әсер ететін уақыт және басқа параметрлерге тәуелді болған жағдайда, жеткілікті дәрежеде оңай және дәл есептеуге мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Шакиров Б.С., Куракбаева С.Д. Основные задачи и особенности математического моделирования катастрофических явлений в экологии // Наука и образование Южного Казахстана. – 2006. - №3 (52). – С. 74-77.

2 Brener A.M. Adaptation of random walk methods to the modeling of liquid distribution in packed columns // Advances in Fluid Mechanics IV, 2002, WIT Press, P. 291-300.

3 Болгов Н.П., Майлибаева Л.И., Соколов Н.М., Бренер А.М., Тарат Э.Я., Еримбетов А.К. Распределение жидкости в регулярной полочной насадке, ограниченной стенками // Теоретические основы химической технологии. – 1979, С. 125-128

4 Сахметова Г.Е., Шакиров Б.С., Куракбаева С.Д. Методология расчета распространения поверхностных загрязнений в водных объектах // Вестник КазНТУ. 2010. – №4. – С. 20-26.

5 Kurakbayeva S., Kalbayeva A., Shakirov B., Brener A. Simulation of industrial discharges relaxation impact on water bodies. Proceedings of the 1st International Conference on Hydrology and Ecology (HYEC '13), Greece, July, 2013.– P.152-156.

6 Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики., Изд. 5-е. – М.: изд. «Наука», 1977. – 736с.

7 Охорзин В.А.. Компьютерное моделирование в системе Mathcad. - М.: Финансы и статистика, 2006, 144с.

8 Hans Wesselingh and Hans de Waard. Calculate & Communicate with Mathcad Prime. VSSD, 2012.- 212p.

REFERENCES

1 Shakirov B.S., Kurakbaeva S.D. Osnovnye zadachi i osobennosti matematicheskogo modelirovanija katastroficheskih javlenij v jekologii // Nauka i obrazovanie Juzhnogo Kazahstana. – 2006. - №3 (52). – S. 74-77.

2 Brener A.M. Adaptation of random walk methods to the modeling of liquid distribution in packed columns // Advances in Fluid Mechanics IV, 2002, WIT Press, P. 291-300.

3 Bolgov N.P., Majlibaeva L.I., Sokolov N.M., Brener A.M., Tarat Je.Ja., Erimbetov A.K. Raspredelenie zhidkosti v reguljarnoj polochnoj nasadke, ogranichennoj stenkami // Teoreticheskie osnovy himicheskoj tehnologii. – 1979, S. 125-128

4 Sahmetova G.E., Shakirov B.S., Kurakbaeva S.D. Metodologija rascheta rasprostranenija poverhnostnyh zagrjaznenij v vodnyh ob#ektah // Vestnik KazNTU. 2010. – №4. – S. 20-26.

5 Kurakbayeva S., Kalbayeva A., Shakirov B., Brener A. Simulation of industrial discharges relaxation impact on water bodies. Proceedings of the 1st International Conference on Hydrology and Ecology (HYEC '13), Greece, July, 2013.– P.152-156.

6 Tihonov A.N., Samarskij A.A. Uravnenija matematicheskoj fiziki., Izd. 5-e. – M.: izd. «Nauka», 1977. – 736s.

7 Ohorzin V.A.. Komp'juternoe modelirovanie v sisteme Mathcad. - M.: Finansy i statistika, 2006, 144s.

8 Hans Wesselingh and Hans de Waard. Calculate & Communicate with Mathcad Prime. VSSD, 2012.- 212p.

Нысанов Е.А., Куракбаева С.Д., Бесбаев Г.А., Ельбергенова Г.Ж., Нысанов Р.Е.

Расчет распространения загрязнений в водных объектах цилиндрической формы с учетом полуэллипсоидной формы дна

Резюме. Методом локальных источников, решена задача распространения загрязнений сточными водами в однородной жидкой замкнутой цилиндрической формы водной среды с учетом полуэллипсовидной формы дна. Получены аналитические формулы для определения концентрации загрязняющего вещества в различных частях замкнутого водного объекта цилиндрической формы в зависимости от расположения источника загрязнения. Проведены численные эксперименты в среде Mathcad Prime 2.0. Полученные результаты позволяют провести анализ распространения загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах промышленных предприятий в замкнутой водной системе цилиндрической формы с учетом полуэллипсоидной формы дна.

Ключевые слова: математическое моделирование, распространение загрязнений, трехмерная диффузионная задача, численный эксперимент, полуэллипсоидная форма.

Nysanov E.A., Kurakbayeva S.D., Besbayev G.A., Elbergenova G.Zh., Nysanov R.E.

Calculation of pollution distribution in water objects of cylindrical shape with bottom of semi ellipsoidal form

Summary. Using the method of local sources, a problem of contamination spread via sewage in a homogeneous liquid closed aquatic environment of a cylindrical shape with a bottom of semi elliptical form, has been resolved. Analytical formula for determining the pollutant concentration in different parts of the water object of closed cylindrical shape, depending on the location of the pollution source, have been derived. Numerical experiments in Mathcad Prime 2.0 have been conducted. The results allow analyzing the spread of pollutants contained in the waste-water of industrial enterprises in a closed water system of a cylindrical shape with the bottom of semi elliptical form.

Key words: mathematical modeling, contamination spread, three-dimensional diffusion problem, numerical experiment, semi ellipsoidal form.

УДК 628.517.669.1

Е.Б. Утепов, Т.Е. Утепов, Г.А. Буршукова, А.Ж. Алимбетова
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
Қазақстан Республикасы, gzzi@mail.ru)

ҚОРЫТПАЛАРДЫҢ АКУСТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Андатпа. Осы жұмыста теміркөміртекті қорытпалардың дыбыс шығару қасиеті зерттелген. Демпферлеуші қорытпаларды қолдану есебінен шу мен дірілді азайту тәсілінің келешегі бар. Кәдімгі құрылымдық материалдардан жасалған бөлшектерге қарағанда, жеткілікті демпферлеуші қасиеттері бар қорытпалардан жасалған бөлшектер дірілдік және соққы жүктемелері кезінде сенімді болып табылады. Қорытпалар қалыптандыру, көміртектендіру, кейінгі шынықтыру және төменгі босаңдату сияқты термиялық өңдеуге жатқызылды. Қорытпалардың акустикалық қасиеттері дыбыстық қысымның деңгейі және дыбыстың бәсеңдеу жылдамдығы бойынша бағаланды. Минималды дыбыс шығару қасиетіне 3 қорытпа (111 дБА) ие. Кейінгі шынықтырумен және төменгі босаңдатумен қалыптандыру және көміртектендіру үрдістерінен кейін теміркөміртекті қорытпалардың дыбыс шығару қабілеті зерттелді.

Негізгі сөздер: болат, нанотехнология, демпферлеу, акустика, діріл, термиялық өңдеу, қасиеттер, жабынды.

Шуды азайтудың заманауи тәсілі болып демпферлеуші қорытпаларды қолдану табылады. Жоғары демпферлеу механизміне қатысты түрлі көзқарас баршылық. Демпферлеудің басқа физика-механикалық сипаттамалармен функционалды байланысын табу шаралары оң нәтиже бере алмады, сондықтан демпферлеу үрдісін металдың немесе қорытпаның жеке физикалық сипаттамасы ретінде қарастыруға болады [1].

Теміркөміртекті қорытпалардың демпферлеуші қасиеттерінің химиялық құрамға тәуелділігі туралы белгілі деректер жоғары демпферлеуші қасиеттері бар легірлеуші қорытпаларды жасауға мүмкіндік береді.

Термиялық өңдеу дыбыс энергиясының диссипациясына едәуір әсер етеді [2-4].

Шу шығаратын жабдықтардың бөлшектерін жасау үшін жоғары демпферлеуші қасиеттері бар материалдарды қолданады, себебі бұл шу мен дірілді бәсеңдетуді қамтамасыз етеді. Түсті металдардан физика-механикалық сипаттамалары бойынша асып түсетін, циклдік жүктелу тәртібінде жұмыс жасайтын жабдықтардың бөлшектерін жасау кезінде кең қолданылатын теміркөміртекті қорытпалар (болат) ең үнемді болып табылады [5].

Соққы жүктемесімен жұмыс жасайтын жабдықтарды жобалау кезінде уақытша кедергі, соққы тұтқырлығы, Юнг модулі және тағы да басқа сипаттамалармен қатар, металл материалдардың демпферлеуші қасиеттерін де ескеру керек.

Кәдімгі құрылымдық материалдардан жасалған бөлшектерге қарағанда, жеткілікті демпферлеуші қасиеттері бар қорытпалардан жасалған бөлшектер дірілдік және соққы жүктемелері кезінде сенімді болып табылады. Материалдың демпферлеуші қабілеті бос тербелістердің тез бәсеңдеуін, еріксіз резонансты тербелістердегі амплитудалардың төмендеуін, материалдағы кернеудің төмендеуін қамтамасыз етеді және бөлшектің қызмет ету мерзімін ұзартады.

Демпферлеуші қорытпаларды қолдану есебінен шу мен дірілді азайту тәсілінің келешегі бар. Осы тәсілдің артықшылықтары болып басқа тәсілдермен салыстырғанда іске асыру қарапайымдылығы (себебі арнайы, күрделі діріл сіңіретін құрылғыларды қолдану қажеттілігі болмайды), демпферлеу әсерінің жиілікке тәуелсіздігі (профессор Ю.К.Фавстовтың болжамы бойынша) және бейметалдарға қарағанда температурадан аз ғана тәуелділік табылады.

Жоғары физика-механикалық және жақсы технологиялық қасиеттері үйлесетін, жасау үрдісі үнемді болатын демпферлеуші қорытпаларды құрастыру металтанушылар, металлургтар және акустикалық экология, еңбекті қорғау салаларындағы мамандар үшін өзекті мәселе болып табылады.

Қорытпалардың диссипативті қасиеттеріне химиялық құрамның және термиялық өңдеудің әсері туралы ғылыми нәтижелер демпферлеуші қасиеттерге химиялық құрам едәуір әсер ететінін көрсетеді. Жұмыстың көп бөлігі жоғары температура кезінде төмен тұрақтылықпен, жоғары бағамен және негізгі құрамдас бөлшектердің жетіспеушілігімен сипатталатын темір емес қорытпаларға арналған.

Жоғары демпферлеуші қасиеттері бар қорытпаларды жасау бойынша мамандардың еңбектерінде көп жағдайда көрсеткіш ретінде логарифмдік декремент, ішкі үйкеліс, салыстырмалы

сейілу алынады. Сирек жағдайларда соғылысу кезіндегі дыбыс деңгейі, дыбыстың бәсеңдеу жылдамдығы қолданылады.

Соғылысу кезіндегі қорытпалардың демпферлеуші қасиеттеріне химиялық құрамның және термиялық өңдеудің әсеру туралы деректер болаттар мен қорытпалардың тек кейбір түрлерін ғана қамтиды.

Соққылық циклдік жүктелу тәртібінде жұмыс жасайтын бөлшектерді (поршенді сақиналар және сұққы, үлестіруші және бұрамдықты біліктер, клапандарды итергіш, копир, мотордың бөлшектері және т.б.) жасау үшін үйкеліс кезіндегі тозу шарттарында қолданылатын легірлеуші болаттардың демпферлеуші қасиеттері туралы деректер жоқ, сондықтан осы жұмыстың басты мақсаты болып аталған кемшіліктің орнын толтыру табылады.

Тәжірибелік қорытпаларды ионды-плазмалық әдіспен наноқұрылымдық жабындылауға (Ti-Al-N) ұшыратты [6].

Қорытпалардың акустикалық қасиеттері дыбыстық қысымның деңгейі және дыбыстың бәсеңдеу жылдамдығы бойынша бағаланды. Дыбыстық қысымның деңгейлері 0,5-16 кГц ауқымындағы жиіліктің октавалы жолақтарында зерттелді, ал дыбыстың деңгейі "А" шкаласы бойынша анықталды. Дыбыстық сигнал МК-102 микрофон капсюлімен қабылданды. Осы сигнал электрлік сигналға түрлендіріледі де, МК-102 күшейткішпен арттырылады және Октава-101А тура импульсті шу өлшегіштің шығу жолына беріледі. Шу өлшегіштің индикаторы 0,5 дБ дәлділікпен 30-130 дБ аралығындағы дыбыстық қысымның деңгейін тіркеуге мүмкіндік береді. Дыбыстық сигналдың жиіліктік спектрін өлшеу үшін OF-101 октавалы сүзгілердің блогы арналған. PSG-101 түріндегі өзіндік жазғыштың көмегімен уақыт аралығындағы дыбыстық импульсті жазу іске асырылды. Жазба жақұт инемен қағаз таспаға түсірілді. Дыбыс тербелістерінің бәсеңдеу жылдамдығы мына формула бойынша анықталды:

$$\sigma = \frac{L_1 - L_2}{\tau} \qquad (2)$$

мұнда σ - дыбыс тербелістерінің бәсеңдеу жылдамдығы, дБ/с;

L_1 – дыбыстың максималды деңгейі, дБ;

L_2 – т уақытынан кейінгі дыбыстың деңгейі, дБ.

ЗГ-10 дыбыс генераторы дыбыстық сигналдың өлшемдерін калибрлеу үшін қолданылды. Атмосфералық қысымнан дыбыстық сигналдың өзгеруіне түзету PF-101 маркалы пистонфонның көмегімен іске асырылды. Зертханадағы ауа температурасы және ылғалдылық тұрақты түрде сақталып отырды. Акустикалық өлшемдер 10 шаманың орташа мәні ретінде анықталды.

Сонымен қатар әдістемеге сәйкес эксперименттің нәтижелері математикалық өңдеуден өткізілді және оның сенімгерлік межесі анықталды [7,8].

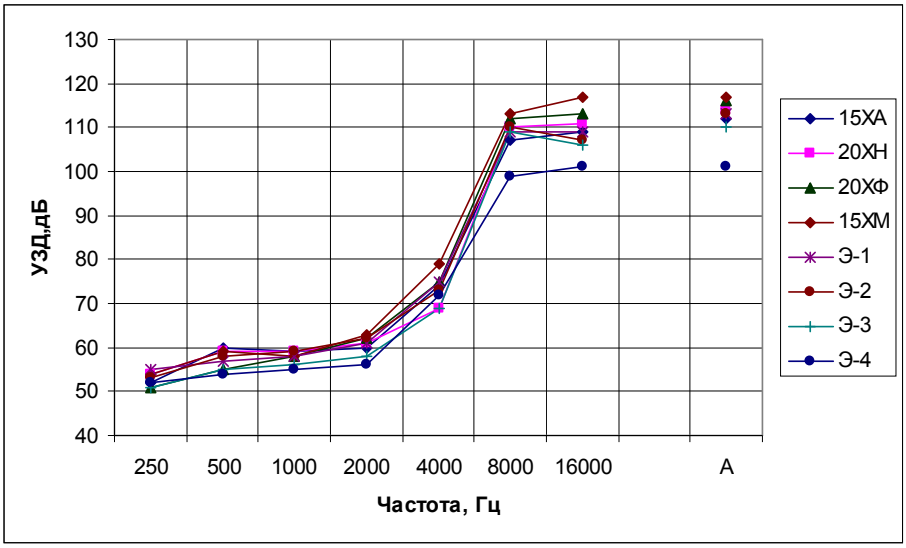
Жұмысты бастамас бұрын өлшем жолы эталонды үлгінің дыбыстық қысымының деңгейін тексеру арқылы реттелді.

Айналу тербелістерінің әдістемесі бойынша ішкі үйкеліс пен ығысу модулін өлшеу Воронеж политехникалық институтындағы қондырғының негізінде іске асырылды [9].

1-суретте және 1-кестеде орташа геометриялық жиіліктердің октавалы жолақтарындағы қалыптандыру үрдісінен кейінгі зерттелген болаттардың дыбыстық деңгейлерінің және дыбыстық қысым деңгейлерінің орташа мәндері көрсетілген.

1-кесте. **Қалыптандыру үрдісінен кейінгі зерттелген болаттардың дыбыстық деңгейлерінің және дыбыстық қысым деңгейлерінің орташа мәндері**

Қорытпаның маркасы	Жиілік, Гц							
	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	А
15ХА	52	60	59	60	74	107	109	112
20ХН	54	59	59	61	69	110	111	114
20ХФ	51	55	58	62	75	112	113	116
15ХМ	54	59	58	63	79	113	117	117
Э-1	55	57	58	61	75	109	109	113
Э-2	53	58	59	62	73	110	107	113
Э-3	51	55	56	58	69	109	106	110
Э-4	52	54	55	56	72	99	101	101



1-сурет. Қалыптандыру үрдісінен кейінгі зерттелген болаттардың дыбыстық деңгейлерінің және дыбыстық қысым деңгейлерінің орташа мәндері

2-кесте. **Көміртектендіру, шынықтыру және төмен босаңдату үрдістерінен кейінгі зерттелген болаттардың дыбыстық деңгейлерінің және дыбыстық қысым деңгейлерінің орташа мәндері**

Қорытпаның маркасы	Жиілік, Гц							
	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	A
15ХА	51	54	58	61	73	108	109	110
20ХН	52	57	57	62	72	109	110	111
20ХФ	53	57	59	63	75	111	111	113
15ХМ	52	59	60	61	69	108	114	114
Э-1	54	55	57	60	72	106	109	109
Э-2	55	57	56	64	72	106	107	108
Э-3	56	56	55	63	71	107	108	109
Э-4	50	58	57	65	70	102	103	104

1-суреттен көретініміздей, УЗД шыңы 8000 және 16000 Гц (113-116 дБ) жиіліктерінде орналасқан. УЗД минимумы 250 Гц (51-54 дБ) жиілігінде орналасқан.

Зерттелген қорытпалардың дыбыстық деңгейлері 51-114 дБА ауқымында өзгеріп отырады.

Соғылысу кезіндегі ең көп «сыңғырлаған» дыбысты 15ХМ (114 дБА), 20ХФ (113 дБА), 20ХН (111 дБА) қорытпалары шығарады. Барлық қорытпалардан Э-4 демпферлеуші қорытпасы дыбыс деңгейінің аз шамасымен (104 дБА) және дыбыстық қысымның салыстырмалы түрдегі аз мәнімен ерекшеленеді.

Қалыптандыру үрдісінен кейінгі Э-4 (0,09% C; 0,30% Si; 0,45% Mn; 1,48% Cr; 0,51% V, қалғаны - темір) қорытпасының жоғары демпферлеуші қасиеттерінің себебі болып металдың ірі түйіршігінің пайда болу есебінен құрылымдық демпферлеу табылады.

Орташа геометриялық жиіліктердің октавалы жолақтарындағы дыбыстық қысым деңгейлерінің максимумдары да 8000 және 16000 Гц (109-111 дБ) жиіліктерінде орналасқан. Минимумдары 250-500 гЦ (51-58 дБ) жиіліктерінде орналасқан.

Э-4 қорытпасы дыбыс деңгейінің (104 дБА) және дыбыстық қысым деңгейінің аз мәнімен сипатталады.

Жоғарыда аталған қорытпалар қалыптандыру үрдісімен салыстырғанда көміртектендіру, кейінгі шынықтыру және төменгі босаңдату үрдістерінен кейін жоғары демпферлеуші қасиеттерді көрсетеді.

Осы жұмыста кейінгі шынықтырумен және төменгі босаңдатумен қалыптандыру және көміртектендіру атты екі термиялық өңдеу түрінен кейін болаттың акустикалық қасиеттері зерттелді.

Барлық тәжірибелік құймалар кейінгі соғу алдындағы дайындамаларды аралық қыздыру арқылы шамамен 1200°С температура кезінде гомогендеуден кейін ыстық соғуға жатқызылды. Пластикалық деформация ұшының температурасы 900-950°С құрады. Осыдан кейін дайындамалар ашық ауада суытылды. Микроқұрылымдық талдаудың нәтижесінде барлық үлгілерде ұсақ түйіршіктердің (10 балға дейін) пайда болуы арқылы қайтакристалдану үрдісі өткені анықталды. Ыстық соғу мен қалыптандыру үрдістерінен кейін акустикалық және физика-механикалық қасиеттер сынаудан өткізілді. Акустикалық қасиеттер дыбыстың деңгейімен (дБА), сонымен қатар 0,5-16 кГц аралығындағы орташа геометриялық жиіліктердің октавалы жолақтарындағы дыбыстық қысымның деңгейімен (дБ) сипатталды. Қорытпалардың құрамын таңдау барысында жоспарланатын факторлардың шектік мәндері кезінде эксперименттік математикалық жоспарлау әдісі алынғандықтан, көміртектің құрамы (0,1 және 0,3 %) және басқа легірлеуші элементтердің құрамы бойынша қорытпалар фазалық құрамы және түйіршіктің өлшемі бойынша түрлі ерекше құрылымға ие бола алды. Сондықтан болаттардың құрылымын және физика-механикалық қасиеттерін зерттеу белгілі бір қызығушылық тудырды. Көріп отырғанымыздай, осы қорытпалардағы түйіршіктердің өлшемі 2-8 балдың (0,02-0,0007 мм^2) арасында шамаланды. Э-2 және Э-4 қорытпалардың құрылымы түйіршіктің өлшемі 4,8 балл таза ферритпен келтірілді. Эвтектоидқа дейінгі болат (Э-1 қорытпасы) түйіршіктің шекарасы бойынша жіңішке цементитті торы бар өлшемі 3 балл (0,01 мм^2) ірі перлитті түйіршік ретінде сипатталады. Э-4 және Э-3 қорытпаларында ферриттің ұсақ түйіршіктерімен қоршалған графит түріндегі бос көміртектің бөлінуі орын алады. Қорытпалардың жарты бөлімі айрықша жолақтылыққа ие. Осы қорытпалардағы түйіршіктердің өлшемі 3-10 балл (2-кесте) болады. Барлық қорытпалар үшін дыбыстық қысым деңгейінің жиіліктен тәуелділігін сипаттайтын қисықтардың түрлері тән. Дегенмен, көміртектің құрамы мен нысанына, түйіршіктің өлшемі мен фазалық құрамына байланысты көптеген жағдайларда ерекшеліктер байқалды.

3-кесте. **Тәжірибелік болаттардағы түйіршіктің және дыбыс деңгейінің шамасы**

Қорытпаның нөмірі	Қорытпаның күйі	Түйіршіктің өлшемі		Түйіршіктің балы (МЕМСТ 5639-65)	Дыбыстың деңгейі, дБА
		ауданы, мм^2	диаметрі, мм		
15ХА	қалыптандыру	0,0085	0,15	8	112
20ХН	қалыптандыру	0,0068	0,91	4	115
20ХФ	қалыптандыру	0,0088	0,12	4	116
15ХМ	қалыптандыру	0,012	0,04	3	118
Э-1	қалыптандыру	0,00053	0,031	8	113
Э-2	қалыптандыру	0,0032	0,075	6	114
Э-3	қалыптандыру	0,00084	0,035	9	111
Э-4	қалыптандыру	0,068	0,31	2	102

Дыбыс энергиясын ірі түйіршікті құрылыммен жоғары демпферлеу деңгейінің бір себебі болып, дыбыс қысымының жалпы деңгейін анықтайтын 4-16 кГц жоғары жиіліктерінде иілгіш дыбыс толқынының ұзындығы ірі түйіршікті құрылымның өлшемдерімен сәйкес келетін минималды өлшемдерге ие болатындығы табылады.

Қорытынды.

Кейінгі шынықтырумен және төменгі босаңдатумен қалыптандыру және көміртектендіру үрдістерінен кейін теміркөміртекті қорытпалардың дыбыс шығару қабілеті зерттелді. Түйіршік өлшемінің дыбыс шығару эффектісіне әсері анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Сулеев Д.К., Утепов Е.Б., Утепова А.Б. и др. Разработка сплавов с амплитуднозависимым демпфированием./Труды Международной научно-практической конференции "Естественно-гуманитарные науки и их роль в подготовке инженерных кадров". - Алматы: КазНТУ им.К.И. Сатпаева, 2002, Ч.2 – С. 353-357.

2. Фавстов Ю.К., Шульга Ю.Н. Сплавы с высокими демпфирующими свойствами. - М.: Металлургия, 1973. – 255 с.

3. Рахштадт А.Г., Фавстов Ю.К., Кочеткова Л.Н. Структурные превращения в марганцевомедных сплавах с высокой демпфирующей способностью. – Металловед. и терм. обработка металлов, 1973, № 2 - С. 19-23.

4. Matsukura Takashi, Tsukiji Norio, Namanaka Seiich «Ниссин с сэйко тихо, Nisshin Steel Techn. Rept», 1979, № 40. - P. 15-20.

5. Утепов Е.Б., Актаев Б.Г., Хохлов П.П., Утепов Б.Б. Разработка малошумных сплавов. 2-е изд. - Алматы, ТОО «Принт», 2000. – 114 с.

6. Утепов Е.Б., Сулеев Д.К., Урикбаева Г.А. и др. Применение демпфирующих наноструктурных материалов в технике борьбы с шумом и вибрацией. – Алматы, КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2008. – 76 с.

7.Фадеев Д.К., Фадеева В.Н. Вычислительные методы линейной алгебры. 2-е издание: Физматгиз. 1960. - 220 с.

8. Большев Л.Н., Смирнов К.В. Таблицы математической статистики. - М.: Наука, 1968. - 464 с.

9. Постников Б.С. Внутреннее трение в металлах. - М.: Металлургия, 1974. - 352 с.

REFERENCES

1. Suleev D.K., Utepov Y.B., Utepova A.B. etc. Razrabotka splavov s amplitudnozavisimym dempfirovaniem. /Trudy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii «Estestvenno-gumanitarnyie nauki i ih rol v podgotovke inzhenernih kadrov». - Almaty: KazNTU im.K.I. Satpaeva, 2002, Ch.2 – S. 353-357.

2. Phavstov Yu.K., Shulga Yu.N. Splavy s vysokimi demphiruyushimi svoistvami. - M.: Metallurgiya, 1973. – 255 s.

3. Rahshtadt A.G., Phavstov Yu.K., Kochetkova L.N. Strukturnye prevrasheniya v margantsevomednih splavah s vysokoi demphiruyushei sposobnostyu. – Metalloved. i term. Obrabotka metallov, 1973, № 2 - s. 19-23.

4. Matsukura Takashi, Tsukiji Norio, Namanaka Seiich «Ниссин с сэйко тихо, Nisshin Steel Techn. Rept», 1979, № 40. - P. 15-20.

5. Ut epov Y.B., Aktayev B.G., Hohlov P.P., Utepov B.B. Razrabotka maloshumnyh splavov. 2-e izd. - Almaty, TOO «Print», 2000. – 114 s.

6. Utepov Y.B., Suleev D.K., Urikbayeva G.A., etc. Primenenie demphiruyushih nanostrukturnih materialov v tehnike borbi s shumom I vibratsiei. – Almaty, KazNTU im.K.I. Satpaeva, 2008. – 76 s.

7. Phadeev D.K., Phadeeva B.N. Vychislitelnie metody lineinoi algebry. 2-e izdanie: Phizmatgiz. 1960. - 220 s.

8. Bolshev L.N., Smirnov K.V. Tablitsy matematicheskoi statistiki. M.: Nauka, 1968, 464 s.

9. Postnikov B.S. Vnutrennee trenie v metallah. - M.: Metallurgiya, 1974. - 352 s.

Утепов Е.Б., Утепов Т.Е., Буршукова Г.А., Алимбетова А.Ж.

Исследование акустических свойств сплавов

Резюме. В работе исследовано звукоизлучение железоуглеродистых сплавов. Сплавы подвергались термообработке: нормализация, цементация, с последующей закалкой и низким отпуском. Минимальным звукоизлучением обладает сплав 3 (111 дБА).

Ключевые слова: сталь, нанотехнологиz, демпфирование, акустика, вибрация, термообработка, свойства, покрытие.

Utepov Y.B., Utepov T.E., Burshukova G.A., Alimbetova A.Zh.

Study of the acoustic properties of the alloys

Summary:. In this article investigated the acoustic behavior of iron-carbon alloys. The alloys were subjected to a heat treatment: normalization, cementation, followed by quenching and low tempering. Alloy 3 has minimum sound radiation (111 dBA).

Key words: steel, nanotechnology, damping, acoustics, vibration, heat treatment, properties and coating.

УДК 624.074.04.69

З.А. Бисмильдина

(Казахский национальный исследовательский университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, anutiaz@mail.ru)

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. Статья содержит сведения о вопросах проектировании эффективных мобильных универсальных легких сооружений многоцелевого назначения. Данные сооружения являются многофункциональными. Указаны отличительные черты строительства этих зданий: объекты разбросаны по

относительно большим площадям; часто перемещаются вслед за овцами; широко применяются легкие сборные конструкции и т.д. Эффективность обеспечена совершенствованием: методов исследования и проектирования; проектов, оптимизирующих условия современного сельскохозяйственного производства; объемно-планировочных и конструктивных схем, конструкций сооружений для бесперебойного технологического процесса; конструктивных решений, снижающих массу конструкций с уменьшением трудоемкости; методов и приемов технической эксплуатации. Проведен анализ исследований по оптимизации объемно-планировочных и конструктивных решений сельскохозяйственных, пространственных тентовых зданий и сооружений. Поставлены основные задачи для комплексных исследований означенной перспективной проблемы.

Ключевые слова: проектирование, эффективные мобильные сооружения, складные сооружения, невесомые тентовые покрытия, небольшая снеговая нагрузка, пространственные металлические конструкции, экономичность и надежность против вибраций, объемно-планировочные и конструктивные решения.

Наиболее эффективны мобильные универсальные легкие энергосберегающие сооружения при сезонной их эксплуатации в сфере сельскохозяйственного производства, например, для овцеводства. Однако, они могут быть многофункциональны и применимы в качестве вахтенного жилья для работников, обслуживающего персонала, выставочных павильонов, временных сооружений и т.д.

Характерная особенность данной отрасли - частая смена места дислокации по мере истощения пастбищ. Таким образом, стационарные капитальные здания, имеющие большую стоимость по сравнению с легкими сборно-разборными и, к тому же, складными сооружениями с использованием практически невесомых тентовых покрытий, оказываются нерентабельны.

Необходимо отметить отличительные черты строительства зданий для мелко рогатого скота в Казахстане:

- подобные объекты разбросаны на сравнительно больших площадях;
- возникает частое перемещение зданий вследствие перегона овец по пастбищам;
- отсутствие дорог или их плохое качество ведет к удорожанию транспортных издержек на перевозку тяжеловесных конструкций;
- небольшая снеговая нагрузка способствует широкому применению легких, мобильных, сборно-разборных конструкций;
- пространственные металлические конструкции с тентовым покрытием относятся к легким, поэтому влияние ветровой нагрузки на их работу имеет большое значение для экономичности и надежности против вибраций;
- температура и влажность внутри сооружения должна быть оптимальна, чтобы испарения не создавали слишком агрессивную среду для животных.

Мобильные универсальные легкие сборные сооружения из металлических конструкций с тентовым покрытием способствуют повышению технологичности пастбищного животноводства; снижают затраты на перевозки, монтаж-демонтаж конструкций и обеспечивают надежность при эксплуатации. В этом заключается их эффективность.

Повышение эффективности, качества строительства универсальных зданий и сооружений обеспечивается модернизацией:

- методов и методик исследования и проектирования;
- проектов, содержащих оптимизацию условий прогрессивного сельскохозяйственного и сопутствующего производства;
- объемно-планировочных и конструктивных схем и конструкций сооружений, способствующих беспрепятственному осуществлению технологического процесса;
- конструктивных решений, снижающих массу конструкций и соответствующих требованиям прогрессивной технологии их производства и монтажа с уменьшением трудоемкости при специфике сельского строительства;
- методов и приемов технической эксплуатации.

При работе сооружений под различными воздействиями, как на отдельные узлы, так и на металлотентовые конструкции, в целом, происходит к ухудшение эксплуатационных характеристик, снижение долговечности и надежности. Кроме того, для элементов легких конструкций - гибких стержней различной формы и условий закрепления, необходима разработка методов расчета при сопоставимых с толщиной прогибах. Как следствие, требуется обеспечение устойчивости в условиях эксплуатации.

При разработке деталей, конструкций, сооружений также важен расчет на прочность. На практике при анализе современной методики расчета тонкостенных конструкций проявляются противоречия в концепции прочности, устойчивость и динамики.

Улучшение существующих методов расчета прочности и устойчивости легких тонкостенных конструкций (их элементов) в форме свободных колебаний при учете свойств материала представляется актуальным направлением исследования.

При проектировании животноводческих зданий учитываются различные факторы, связанные с их назначением. Один из наиболее важных вопросов – выбор конструктивной схемы, а также оптимальных объемно-планировочных решений данного сооружения. При этом обозначенные моменты должны максимально отвечать ведению скотоводства в определенном регионе и способствовать образованию рационального микроклимата. От верного решения этих вопросов будут зависеть экономичность разрабатываемого здания, сохранность поголовья и плодовитость животных, которые в нем находятся.

Оптимальные объемно-планировочные решения и конструктивные схемы получают методом вариантного проектирования, сравнивая несколько версий, отличающихся величинами строительных параметров с целью выбора наилучшего. Необходимо отметить, что с ростом числа разработанных вариантов растет уровень достижения оптимального решения.

Был проведен анализ различных исследований по оптимизации объемно-планировочных и конструктивных решений производственных сельскохозяйственных, пространственных тентовых зданий и сооружений.

Большинство работ относится к советскому периоду, т.е. еще до образования суверенного Казахстана. В них при определении оптимальных объемно-планировочных и конструктивных решений не учитывалось обеспечение комфортного микроклимата в животноводческих сооружениях. Кошиц и Райко [1] упоминали Г._Брандта, который считал необходимым комплексное решение данных вопросов, но не представил методики их решения.

Рационализацией объемно-планировочных и конструктивных решений овцеводческих кошар занимался С.М. Айдарбеков [2], предложивший применение местных материалов для ограждающих конструкций, в частности, камышитовых (камышитошенгеловых матов), ракушечниковых плит, глинолита и кирпича. Он убедительно доказал предпочтение применения этих конструкций и предложил три конструктивные системы: стоечно-балочную (сетка колонн 4х4,5; 5х4,5 м), трешарнирную раму, собираемую из двух полурам и подрамные. Кроме того, он считает возможным применение для овец сборно-складных воздухоопорных сооружений, хотя оптимизацией объемно-планировочных и конструктивных решений легких сборно-разборных сооружений для эксплуатации на отгонных пастбищах он не занимался.

Вопросы проектирования, строительства и дальнейшей эксплуатации тентовых сооружений рассмотрены в работах Ю.И. Блинова [3], В.Н. Куприянова [4], А.А. Гогешвили [5], Н.С. Москалева [6], Н.В. Канчели [7] и авторов из дальнего зарубежья.

Специальные вопросы по исследованию микроклимата под тентовой оболочкой освещали в своих трудах Е.Г. Андриенко [8], Т.П. Копсова [9], А.С. Ковалева [10], Пиксайкина [11].

Тем не менее, в указанных работах не были изучены вопросы оптимизации объемно-планировочных и конструктивных решений по овцеводческим тентовым сооружениям взаимосвязано с созданием в них нормативных параметров микроклимата, не исследованы вопросы теплового режима, аэрации, воздухообмена в зданиях данного вида.

Все указанные работы имеют большое значение для совершенствования объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений. Однако, просто перенести результаты этих трудов на животноводческие здания и сооружения с тентовым покрытием не получится, так как их конструктивные схемы и объемно-планировочные решения имеют определенные особенности.

В свете выполнения задач, поставленных в «Посланиях Президента РК» и предстоящих событий «EXPO - 2017» необходимость исследования эффективных энергосберегающих сооружений многоцелевого назначения, особенно в части конструктивных схем и объемно-планировочных решений животноводческих зданий, для Казахстана является давно назревшей и насущной проблемой.

Прежде чем перейти к разработке проектов зданий, назначение которых – укрытие, увеличение поголовья овец, содержание овцематок с ягнятами, необходимо осуществить ряд лабораторных и натурных исследований параметров и характеристик микроклимата в экспериментальных зданиях (сооружения) этого типа. Кроме того, актуальны и исследования для определения оптимальных объемно-планировочные и конструктивных решений.

На основе проведенного анализа представляется возможной постановка следующих основных задач для комплексных исследований означенной перспективной проблемы.

1. Определение основных тенденций для развития типов овцеводческих сооружений с целью получения перспективного конструктивного решения, которое учитывает географические (природно-климатические) условия Казахстана (в основном южной его части) и основывается на анализе и обобщении опыта проектирования, строительства и эксплуатации.

2. Исследование влияния особенностей технологического процесса овцеводства в определенном регионе на объемно-планировочные решения и конструктивные схемы овцеводческих (животноводческих) зданий (сооружений).

3. Теоретические и экспериментальные исследования воздушного режима в овцеводческих (животноводческих) зданиях (сооружениях).

4. Выявление оптимальных объемно-планировочных решений и конструктивных параметров тентовых овцеводческих сооружений, способствующих обеспечению в них рационального воздушного режима, соответствующего специфике отгонного овцеводства.

5. Установление особенностей распределения ветрового давления на поверхность тентового покрытия сооружений и характера данного воздействия.

6. Теоретические и экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния несущих конструкций при различных видах загружения покрытия и с учетом влияния расчетных схем.

7. Разработка рекомендаций и подготовка соответствующего документа по проектированию тентовых овцеводческих сооружений в районах Казахстана (Южного как задача-минимум).

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кошиц Ю.И., Райко В.И. Проектирование и строительство животноводческих комплексов. Киев: Будивельник, 1979. 11 с.

2. Айдарбеков С.М. Необходимо изыскивать новые материалы для строительства кошар // Овцеводство. 1986. №4. С.44-45.

3. Блинов Ю.И. Тентовые конструкции. М.: Знание, 1985. 45 с.

4. Куприянов В. Н. Пленочные сельскохозяйственные сооружения. Казань, 1981. 112 с.

5. Гогешвили А.А., Блинов Ю.И. Пневматические и тентовые конструкции. М., 1982. 52 с.

6. Москалев Н.С., Попова Р.А. Стальные конструкции легких зданий. М., 2003. 215 с.

7. Канчели Н.В. Строительные пространственные конструкции. М., 2004. 119 с.

8. Андриенко Е.Г. Исследование пневмоконструкций воздухоопорного типа с учетом их теплового и воздушного режима: Автореф. дис. … к.т.н. М., 1980. 24 с.

9. Копсова Т.П. К использованию теории регулярного теплового режима для оценки теплофизических свойств гибких ограждений // Материалы научно-технической конференции молодых ученых и специалистов Татарии. Казань, 1971. С.186-188.

10. Ковалев А.С. Выявление нарушений герметичности тентовых ограждающих конструкций // Пути повышения эффективности и качества строительства. Йошкар-Ола, 1981. С. 46-49.

11. Пиксайкина Л.К. Тепловой режим с пневматическими строительными конструкциями при различных способах защиты от перегрева и переохлаждения: Автореф. дис. … к.т.н. М., 1980. 20 с.

REFERENCES

1. Koshits U.E., Rayko V.E. Design and construction of livestock farms. Kiev: Budivelnik, 1979. 11 p.

2. Aidarbekov S.M. It is necessary to find new materials for the construction sheepyards // sheep breeding. 1986. #4. p. 44-45.

3. Blinov U.E. Tent constructions. M.: Knowledge, 1985. 45 p.

4. Kupriyanov V.N. Film agricultural structures. Kazan, 1981. 112 p.

5. Gogeshvili A.A., Blinov U.E. Pneumatic and tent constructions. M., 1982. 52 p.

6. Moskalev N.S., Popova R.A. Steel structures of light buildings. M., 2003. 215 p.

7. Kancheli N.V. Building spatial structures. M., 2004. 119 p.

8. Andrienko E.G. Research of inflatables of inflatable type with regard to their heat and air regime. PhD M., 1980. 24 p.

9. Kopsova T.P. To using the theory of regular thermal regime for the assessment of thermal properties of flexible fencing. Proceedings of the scientific-technical conference of young scientists and specialists from Tatarstan. Kazan, 1971. p. 186-188

10. Kovalev A.S. Leakage Detection tent walling // Ways to improve the efficiency and quality of construction. Yoshkar-Ola, 1981. p. 46-49

11. Pinsaykina L.K. Heat mode with pneumatic building structures at various ways of protection against overheating and overcooling: PhD M., 1980. 20 p.

Бисмильдина З.А.

Жобасы тиімді ұялы өкпе әмбебал құрылымдар көпмақсатты белгілеу сұрақ толуына

Түйіндеме. Қарапайымдылық тиімді ұялы әмбебап жеңіл көпмақсатты құрылыстарды жобалау мәселелері туралы ақпаратты қамтиды. Бұл нысандар олардың көп функционалдық болып табылады. Осы гимараттардың құрылыста ерекшеліктері көрсетілген: нысанда салыстырмалы ауданға шашыраңқы; жиі олардың ата – кейін жылжыту; кеңіненқолданылатын жеңіл құрама құрылыстар т.б. Әсерлі өте жақсы қамтамасыз; зерттеу әдістері және жоба; қәзігі заманға ауыл шаруашылық шарттар; колемнен және конструктивтік сызбалар; үздіксіз процесс үшін нысандарының құрылысы; күрделілігі азайту үшінтәс құрылымдардың салмағын азайту үшін сындарлы шешімдер. Техникалық пайдалану әдістеры мен тәсілдері. Ғарыш – жоспарлау және конструктивтік шешімдер ауыл шаруашылықта оңтайландыру бойынша зерттеулер талдау, тент тапсырмаларын және конструкцияларын кеңістік. Келешекте жоғарыда аталған кешенді ғылыми-зерттеу проблемалары бойынша негізгі тапсырмаларды орнату.

Түйінді сөздер: жобалық, тиімді ұялы құрылымдар, белгісіз тент қамту, шағын карлы жүктеме кеңістік металл конструкциялары, діріл қарсы тиімділігі мен сенімділігін, нан көлемі және сындарлы шешімдер.

Bismildina Z.A.

The question of design of effective mobile universal light multipurpose structures

Summary. This article contains information about the issues of designing effective mobile universal light multi-purpose facilities. These facilities are multifunctional. Shown distinctive features of the construction of these buildings: the objects are scattered over a relatively large area; often follow the sheep; widely used lightweight prefabricated structures, etc. The efficiency achieved by improvement of: R&D; projects, optimizing the conditions of modern agricultural production; space-planning and constructive schemes, construction of facilities for the smooth process; design solutions that reduce the weight of structures for reducing the complexity; methods and techniques of technical operation. An analysis of research on the optimization of space-planning and constructive solutions for agricultural, tent space and buildings. We set the main tasks for the comprehensive research for aforesaid perspective problems.

Keywords: design, efficient portable buildings, collapsible structures, weightless coverage awning, a small snow load, spatial metal structures, cost and reliability against vibration, space-planning and constructive solutions.

УДК 621.771

А.Б. Найзабеков[1], А.С. Арбуз[2]
([1] РГП «Рудненский индустриальный институт», г. Рудный, Казахстан
[2] РГП «Казахский национальный университет им. аль-Фараби»,
Алматы, Казахстан, zubra_kz@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНО-ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ НА МИКРОСТРУКТУРУ СТАЛИ 40Х

Аннотация. Поперечно-винтовая прокатка является одним из способов пластической обработки, позволяющих получать длинномерные изделия со значительными изменениями микроструктуры. Однако деформации и траектории движения металла очень неоднородны по сечению прокатываемой заготовки. В работе выполнено конечно-элементное моделирование горячей поперечно-винтовой прокатки стали в программном комплексе DEFORM-3D и изучены особенности реализуемого напряженное-деформированного состояния. Проведено экспериментальное исследование влияния поперечно-винтовой прокатки на трехвалковом стане РСП «10-30» на микроструктуру конструкционной легированной стали 40Х. Анализ микрошлифов, сделанных после прокатки с суммарной вытяжкой 2,8 при температуре последнего прохода 700^0С, показывает формирование равноосной ультрамелкозернистой структуры на периферии прутка и вытянутой «прокатной» текстуры в центральной его части. Полученная микроструктура соответствует полученному в модели напряженно-деформированному состоянию.

Ключевые слова: поперечно-винтовая прокатка, ультрамелкозернистая структура, легированная сталь, интенсивная пластическая деформация, компьютерное моделирование

Повышение физико-механических свойств металлических изделий и полуфабрикатов всегда являлось актуальной задачей машиностроения и материаловедения.

Большинство промышленных процессов получения металлоизделий направлены преимущественно технологичность формоизменения металла, а уровень механических свойств

формируют использованием соответствующих марок стали. Как правило, металлоизделия после традиционных способов обработки давлением имеют зернистую структуру. Вместе с тем, известно, что их ультрамелкозернистые (УМЗ) металлов и сплавов с зернами размером порядка одного микрона и особым состоянием границ, могут значительно (в 2-3 раза) повысить прочность технически чистых металлов и в 1,5-2 раза сплавов в сочетании с достаточно высокой пластичностью [1-2].

Базовое отличие упрочнения металлов путем измельчения их зёренной структуры от других способов упрочнения заключается в более высокой конечной пластичности УМЗ материалов. Это означает, что соответственно нагруженная деталь не разрушится, а всего лишь деформируется. Поэтому получение такого состояния имеет смысл даже для материалов с относительно небольшой степенью упрочнения. Наиболее эффективным способом измельчения структуры является интенсивная пластическая деформация (ИПД).

Из способов ИПД, позволяющих получать длинномерные изделия со значительными изменениями микроструктуры и механических свойств, следует отметить поперечно-винтовую прокатку, а точнее её вид, выделяемый его авторами в отдельный способ с названием «Радиально-сдвиговая прокатка» (РСП) [3-4]. Отличие от поперечно-винтовой прокатки [5], применяющейся, например, при прошивке труб, состоит в том, что идет прокатка сплошного прутка по трехвалковой схеме с большими значениями углов подачи [4]. Однако, во избежание путаницы, далее будем пользоваться более общим термином – поперечно-винтовая прокатка.

При поперечно-винтовой прокатке, в очаге деформации реализуется схема напряженного состояния близкая к всестороннему сжатию с большими сдвиговыми деформациями.

Основной особенностью поперечно-винтовой прокатки является немонотонность и турбулентность деформации, а также отличия в пластическом течении и проработке структуры разных зон заготовки вследствие траекторно-скоростных особенностей процесса. В силу этих особенностей течения металла, наиболее интенсивные сдвиговые деформации локализуются в зоне пересечения линий скольжения металла – кольцевой зоне поперечного сечения характерной для трехвалковой схемы, что подтверждается моделью. Во внешнем слое каждый малый траекторно ориентированный элемент подвергается деформации сжатия по радиусу заготовки, деформации сжатия по направлению истечения (вдоль винтовой траектории) и, соответственно, деформации растяжения поперек винтовой траектории. При этом важно, что имеется постоянный градиент скоростей и направлений течения по радиусу, который еще добавляет дополнительные сдвиговые элементы в общую сложную картину напряженно-деформированного состояния. Элементы структурного строения металла, подвергнутые расширяющемуся течению с двухсторонней осадкой (вдоль траектории и вдоль радиуса) приобретают форму изотропных обособленных частиц высокой дисперсности [3].

Скорость частиц в осевом волокне и его длина так же, как и при продольной прокатке увеличивается пропорционально коэффициенту вытяжки. Сечение центральных трубок тока уменьшается. Проработка структуры металла действует по типу продольной прокатки в калибрах с многосторонним обжатием или прессования. Элементы структурного строения вытягиваются и утоняются с образованием характерной структурной полосчастости [4]. Эти особенности подробно описаны и иллюстрированы в работах С.П. Галкина [3-4, 6].

На основе перечисленных выше работ в НИТУ «МИСиС» были созданы конструкции станов поперечно-винтовой прокатки, реализующие интенсивную пластическую деформацию прокатки сплошного круглого прутка. В их числе, министан РСП "10-30" [6], поставленный в Карагандинский государственный индустриальный университет. Внешний вид министана показан на рисунке 1.

Этот стан был выбран для проведения экспериментов по изучению влияния поперечно-винтовой прокатки на микроструктуру стали, поскольку стан отличается широким сортаментом, высокой жесткостью клети и удобством эксплуатации.

Министан РСП "10-30" предназначен для горячего деформирования прутков сплошного круглого профиля из практически любых металлических материалов, включая малопластичные, непрерывнолитые и порошковые. Прокатка прутков диаметром 10-25 мм осуществляется в трехвалковой клети специальной жесткой конструкции из исходных заготовок диаметром 15-30 мм путем их обжатия по диаметру за один или несколько проходов с применением валков специальной калибровки, и при необходимости, с промежуточными подогревами. Коэффициент вытяжки достигает: 1,1-5,0; производительность министана: 0,1-0,3 т/ч; мощность главных приводов 3×5,5 кВт.

Рис. 1. Министан РСП «10-30»

Конструкция обеспечивает высокую жесткость клети и точность настройки калибра, высокую способностью деформировать прутки из легированных сталей и сплавов с образованием равномерной, плотной структуры без следов разрыхлений.

Министан поперечно-винтовой прокатки РСП «10-30» состоит из рабочей клети и индивидуальных приводов прокатных валков. Рабочая клеть включает станину в виде двух стоек закрепленных на основании и соединенных стяжками; три кассеты с прокатными валками, расположенных вокруг оси стана через 120^{O}, механизмы осевого перемещения на свод-развод кассет с валками по опорно-направляющим штангам, которые закреплены стойками рабочей клети под определенными углами, соответствующими углу подачи и углу раскатки. Высокая жесткость клети обеспечивается разгруженным от усилия прокатки устройством настройки валков.

Настройка валков осевая, т. е. установка валков на заданный калибр осуществляется перемещением кассет с валками вдоль их осей в плоскостях, параллельных оси стана и тангенциально отстоящих от нее на постоянную величину.

Нагретая заготовка подается на входную сторону министана. Через отверстие в стойке станины заготовка задается во вращающиеся валки или обжимается и выходит на выходную сторону через отверстие в стойке другой станины. Входная и выходная стороны министана устанавливаются таким образом, чтобы их нижние образующие находились несколько выше нижней образующей калибра по нижнему валку [6].

При необходимости выполняется многопроходная прокатка через ряд калибров уменьшающегося диаметра. После каждого пропуска вращением винтов механизма осевого перемещения производится настройка валков на очередной калибр. Заготовка передается на входную сторону и выполняется очередная прокатка. Этот порядок действий воспроизводится необходимое число раз до получения проката заданного конечного диаметра.

Для изучения особенностей реализуемой станом РСП «10-30» схемы напряженно-деформированного состояния, в программном комплексе DEFORM-3D (компания SFTC, США), было проведено конечно-элементное моделирование прокатки стального прутка с диаметра 25 мм до диаметра 15 мм за несколько проходов. Материалом прутка была выбрана сталь AISI-5140 (аналог марки 40Х) как одна из наиболее распространенных в мире конструкционных легированных сталей. Температура первого прохода была выбрана 900 ^{O}C, как близкая нижней границе интервала горячей прокатки сталей данного класса. Температура последнего прохода была выбрана 700 ^{O}C, с целью снижения интенсивности процессов роста зерна в деформированном металле, но при этом обеспечивая достаточный для прокатки уровень пластичности. Обработка интенсивной пластической деформацией при такой температуре должна способствовать формированию мелкозернистой структуры. Результаты моделирования последнего прохода приведены на рисунках 2-3.

На разрезах модели (рисунок 3) отчетливо видна слоистость распределения деформаций по сечению заготовки. При этом, степень накопленной деформации внешних областей прутка, после первого прохода (до показанного на рисунках очага деформации) достигает значений 3-4, а после

второго прохода 6-8, что согласно Р. З. Валиеву [1] должно способствовать получению мелкозернистой структуры на периферии прутка уже после двух-трех проходов.

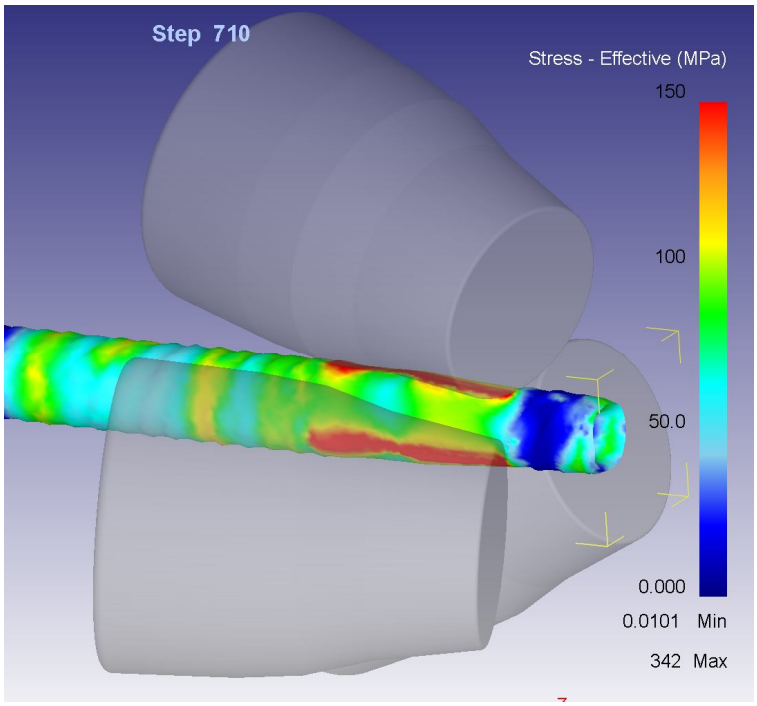


Рис. 2. Модель поперечно-винтовой прокатки

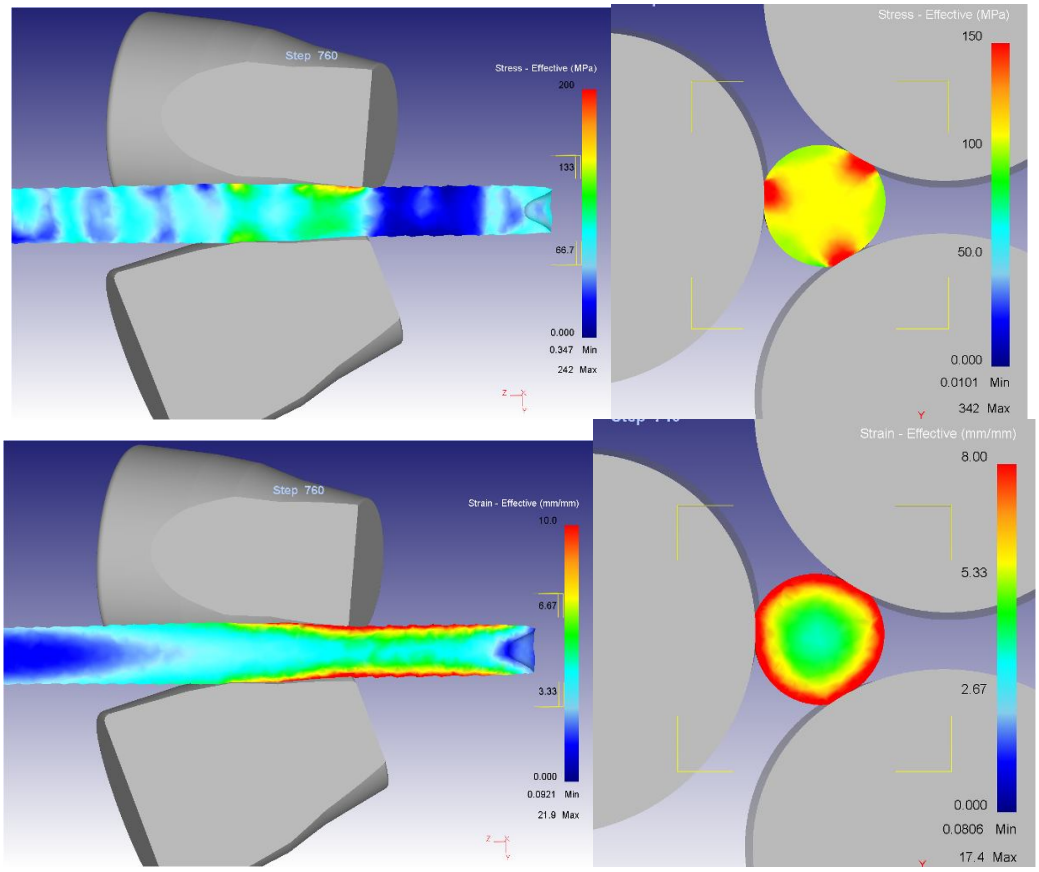


Рис. 3. Напряженное и деформированное состояние очага деформации в последнем проходе

Напряженное состояние, полученное на моделях, соответствует описанной выше теоретической схеме, благоприятно для интенсивного измельчения структуры и хорошо согласуется с данными приведенными в работах [6-7] по моделированию поперечно-винтовой прокатки.

Также стоит отметить увеличение площади очага деформации при прокатке более тонких прутков за счет особенностей калибровки валков. В первом проходе, при прокатке прутка диаметром 25 мм, деформация осуществлялась преимущественно краем валка, следствием чего явилась, заметная по рисунку 2 (до очага деформации), характерная винтовая неровность поверхности прутка. Во втором проходе, зона очага деформации расширяется до середины валка (хорошо видно по картине распределения напряжений в продольном сечении) и пруток получается уже более гладким. Особенности формы зоны контакта валков с прутком хорошо видны на рисунке 2.

После получения результатов моделирования, по похожей схеме, опыт был воспроизведен на министане РСП «10-30» с целью исследования изменения микроструктуры стали.

Для устранения этого эффекта следующий эксперимент был проведен при более низкой температуре с использованием большей степени деформации и интенсивного охлаждения. Материалом была выбрана конструкционная легированная сталь марки 40Х (0,36-0,44 % С; 0,8-1,1% Cr; 0,5-0,8 % Mn). На поперечно винтовом стане РСП «10-30» были проведены 2 последовательных деформации за один нагрев – с 25 мм до 20 мм при 900 ^{O}C и с 20 мм до 16 мм при 700 ^{O}C с интенсивным охлаждением прутка водой. Подобный температурный режим для получения УМЗ структуры легированных сталей был использован в работах [7-8]. Суммарная вытяжка составила 2,8.

Из полученных образцов были изготовлены продольные микрошлифы, которые были исследованы на сканирующем электронном микроскопе Quanta 200i 3D (FEI Company, США). Фотографии характерных видов микроструктуры в центре и на периферии прутка приведены на рисунке 4.

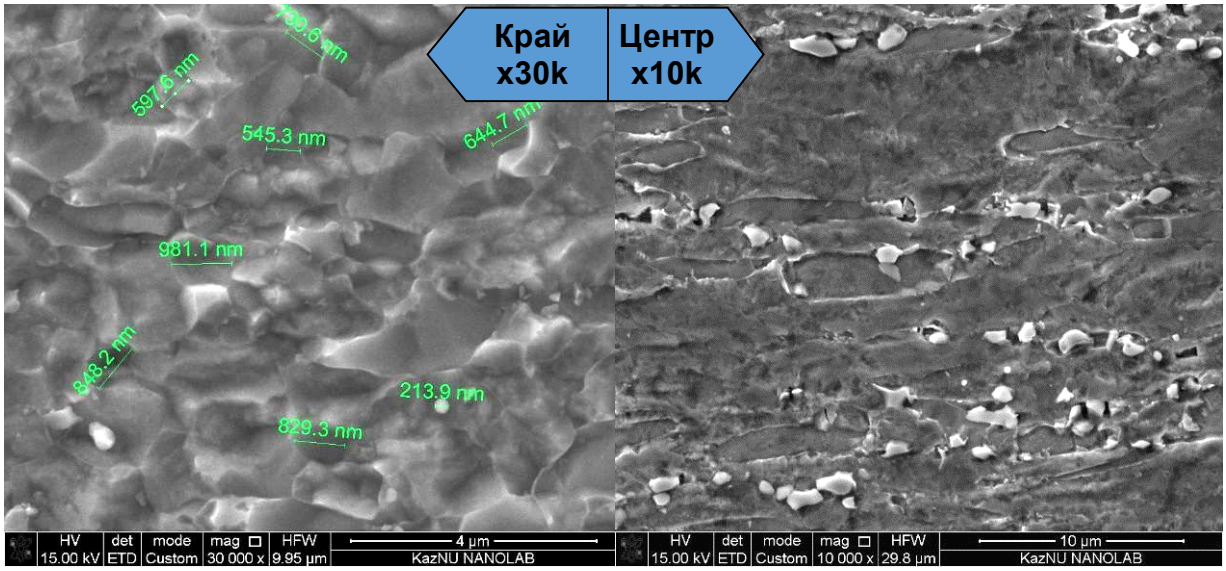


Рис. 4. Микроструктура стали марки 40Х после поперечно винтовой прокатки (2 последовательных деформации за один нагрев – с 25 мм до 20 мм при 900 ^{O}C и с 20 мм до 15 мм при 700 ^{O}C)

Исходная структура в нормализованном состоянии поставки имеет типичный для данного вида сталей крупнозернистый феррито-перлитный тип с размером зерен 40-60 мкм и микротвердостью 150-160 HV. Микротвердость прутка после прокатки измеренная на микротвердомере FM-800 (FUTURE-TECH CORP., Япония) составила в среднем 428-432 HV на периферии и 400 HV в центре прутка.

На рисунке 5, справа и слева соответственно показана структура периферийной и центральной части прутка после поперечно-винтовой прокатки с диаметра 25 мм до 15 мм. Микроструктура периферийной области имеет преимущественно равноосный субультрамелкозернистый характер с размерами зерен около 1 мкм. Центральная зона прутка имеет характерную полосчатую «прокатную» текстуру в виде вытянутых в направлении прокатки длинных узких зерен с размерами 5-10 х 0,9-1,5 мкм и цепочек кристаллов карбида хрома (белая фаза).

Карбид хрома был идентифицирован энергодисперсионным анализом (EDX). Также, косвенно об этом говорит тот факт, что белые частицы несколько выступают над основной поверхностью шлифа, и, соответственно, тверже окружающей фазы. Карта распределения элементов химического состава, полученная с помощью EDX-анализатора, по характерной поверхности шлифа, включающая основные фазы показана на рисунке 5. Размер отельных кристаллов карбида хрома составляет 200 нм и менее.

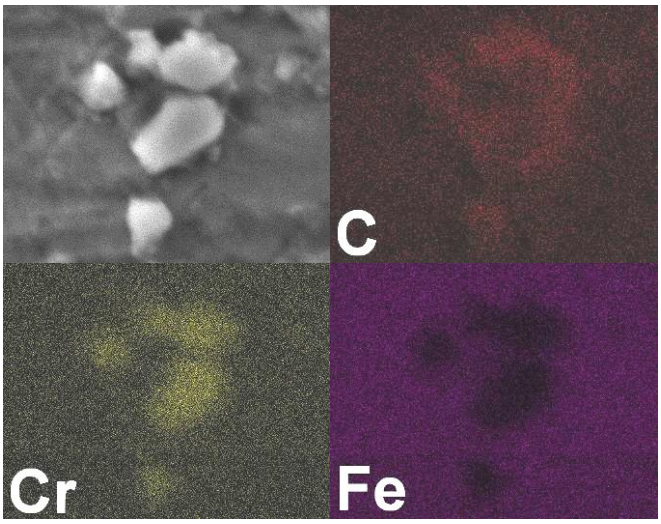


Рис. 5. EDX-анализ химического состава

Таким образом, после двух проходов с суммарной вытяжкой 2,8 по достижении степени накопленной деформации равной 6-8 при благоприятном напряженном состоянии, была получена ультрамелкозернистая микроструктура, обеспечивающая повышение твердости в 2,7 раза. Полученная микроструктура хорошо согласуется с данными исследований [7-8]. Получение подобной структуры одним из наиболее распространенных способов ИПД – равноканальным угловым прессованием, требует не менее 6-8 циклов прессования [1-2] и возможно только для заготовок небольшой длины.

Дальнейшее совершенствование способа поперечно-винтовой прокатки с целью получения более однородной структуры по сечению прутка, даст возможность получать объемные ультремелкозернистые материалы с наименьшими затратами времени и энергии, что позволит говорить о коммерческой рентабельности и удешевлении производства УМЗ материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы. Москва: Академкнига, 2007. - 398 с.

2. Koch, C.C., Ovid'ko, I.A., Seal, S., Veprek, S. Structural nanocrystalline materials: Fundamentals and applications. Cambridge, England – Cambridge University Press, 2007. - 364 с.

3. Пат. № 2293619 Российская Федерация, МПК B21B 19/00. Способ винтовой прокатки / Галкин С. П.; заявитель и патентообладатель НИТУ МИСиС. – № 2006110612/02, заявл. 04.04.2006; опубл. 20.02.2007. Бюл. изобр., 2007, № 5. с. 46.

4. Галкин С. П. Траекторно-скоростные особенности радиально-сдвиговой и винтовой прокатки. «Современные проблемы металлургии» Днепропетровск. "Системні технології" - 2008, том 11, с. 26-33.

5. Потапов И. Н., Полухин П. И. Технология винтовой прокатки / М.: Металлургия, 1990. – 344с.

6. Пат. № 2009737 Российская Федерация, МПК[5] B21B19/02. Трехвалковый стан винтовой прокатки и технологический инструмент стана винтовой прокатки. Романцев Б. А., Михайлов В. К., Галкин С. П., Дегтярев М. Г., Карпов Б. В., Чистова А. П.; – № 5031365/27; заявл. 13.01.1992, опубл. 30.03.1994.

6. Восканьянц А.А., Иванов А.В. Моделирование процесса холодной поперечно-винтовой прокатки методом конечных элементов // Производство проката. – 2004. №11. – с.10-17.

7. Лопатин Н.В. Улучшение технологической деформируемости сталей 45 и У10А термомеханической обработкой с использованием радиально-сдвиговой прокатки. Автореферат диссертации на соискание степени кандидата технических наук. - Уфа, 2007.

8. Тихонова М.С. Рекристаллизационные процессы в аустенитной коррозионностойкой стали после больших пластических деформаций. Автореферат диссертации на соискание степени кандидата физико-математических наук. - Белгород, 2015.

REFERENCES

1. Valiev R.Z., Aleksandrov I.V. Ob`emnye nanostrukturnye metallicheskie materialy. Moskva: Akademkniga, 2007. - 398 s.

2. Koch, C.C., Ovid'ko, IA, Seal, S., Veprek, S. Structural nanocrystalline materials: Fundamentals and applications. Cambridge, England - Cambridge University Press, 2007. - 364 p.

3. Pat. № 2293619 Rossiyskaya Federatsiya, MPK V21V 19/00. Sposob vintovoy prokatki / Galkin S. P.; zayavitel' i patentoobladatel' NITU MISiS. – № 2006110612/02, zayavl. 04.04.2006; opubl. 20.02.2007. Byul. izobr., 2007, № 5. s. 46.

4. Galkin S. P. Traektorno-skorostnye osobennosti radial'no-sdvigovoy i vintovoy prokatki. «Sovremennye problemy metallurgii» Dnepropetrovsk. "Sistemni tekhnologii" - 2008, tom 11, s. 26-33.

5. Potapov I. N., Polukhin P. I. Tekhnologiya vintovoy prokatki / M.: Metallurgiya, 1990. – 344s.

6. Pat. № 2009737 Rossiyskaya Federatsiya, MPK5 V21V19/02. Trekhvalkovyy stan vintovoy prokatki i tekhnologicheskiy instrument stana vintovoy prokatki. Romantsev B. A., Mikhaylov V. K., Galkin S. P., Degtyarev M. G., Karpov B. V., Chistova A. P.; – № 5031365/27; zayavl. 13.01.1992, opubl. 30.03.1994.

6. Voskan'yants A.A., Ivanov A.V. Modelirovanie protsessa kholodnoy poperechno-vintovoy prokatki metodom konechnykh elementov // Proizvodstvo prokata. – 2004. №11. – s.10-17.

7. Lopatin N.V. Uluchshenie tekhnologicheskoy deformiruemosti staley 45 i U10A termomekhanicheskoy obrabotkoy s ispol'zovaniem radial'no-sdvigovoy prokatki. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. - Ufa, 2007.

8. Tikhonova M.S. Rekristallizatsionnye protsessy v austenitnoy korrozionnostoykoy stali posle bol'shikh plasticheskikh deformatsiy. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie stepeni kandidata fiziko-matematicheskikh nauk. - Belgorod, 2015.

Найзабеков А.Б., Арбуз А.С.

Көлденең-бұрамалы илемдеудің 40Х болатының микроқұрылымына әсері

Түйіндеме. Микроқұрылымында айтарлықтай өзгерістер бар ұзынөлшемді бұйымдарды алуға мүмкіндік беретін пластикалық өңдеудің бір тәсілі көлденең-бұрамалы илемдеу. Бірақта деформация мен металдың қозғалу қисығы илемделетін дайындаманың қимасы бойынша біркелкі емес. Осы жұмыста болатты ыстықтай көлденең-бұрамалы илемдеуді соңғы-элементтік моделдеу DEFORM-3D бағдарламалық кешенінде орындалды және кернеулі-деформацияланған күй ерекшеліктерін зерттелді. Сымның әртүрлі аймақтарында 40Х конструкторлық легирленген болаттың микроқұрылымына РСП «10-30» білдегінде көлденең-бұрамалы илемдеудің әсерін тәжірибелік зерттеу жүргізілді. Соңғы илемдеудің температурасы 700^0С кезінде 2,8 жинақты тартылу илемдеуден кейінгі микрошлифтердің сараптамасы сымның шеттерінде біртекті ультраұсақ түйірлі құрылымның және оның орталық бөлігінде созылған «илемдеу» текстурасын қалыптасқанын көрсетеді. Алынған микроқұрылым кернеулі-деформацияланған күі моделіне сәйкес келеді.

Түйін сөздер: көлденең-бұрамалы илемдеу, ультраұсақ түйірлі құрылымның, легирленген болат, беретін пластикалық өңдеудің, компьютерлік моделдеу

Nayzabekov A.B., Arbuz A.S.

Effect of cross rolling on the microstructure of steel 40X

Summary. One way of plastic processing, which can produce long products with significant changes of the microstructure is the cross rolling. However, deformation and motion path of the metal is very heterogeneous across the section of the rolled piece. This paper presents the finite element modeling of hot cross rolling of steel in the software package DEFORM-3D features implemented and studied the stress-strain state. An experimental study of the effect of the helical rolling on a three-roll mill RSP "10-30" on the microstructure of structural alloy steel 40X in different zones of the bar. Analysis of microsections made after rolling with a total stretch of 2.8 at the final pass temperature 700^OC, shows the formation of equiaxial ultrafine structure on the periphery of an elongated rod and "rolling" texture in the central part thereof. The resulting microstructure corresponds to that obtained in models of stress-strain state.

Key words: cross rolling, ultrafinegrain structure, alloy steel, severe plastic deformation, computer simulation

УДК 669.35.074.669.539.5

С.А. Машеков, А.Е. Нуртазаев, К.К. Нурахметова
(Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, nurahmetova52@mail.ru)

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПРЕССОРНЫХ ЛОПАТОК С ЗАДАННОЙ СТРУКТУРОЙ В СОВМЕЩЕННЫХ ПРОЦЕССАХ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В статье путем компьютерного моделирования технологического процесса прокатки в гладких валках и осадки в выпуклых бойках, а также изотермической штамповки определены рациональные режимы деформирования заготовок, позволяющие получить компрессорные лопатки с мелкозернистой структурой.

Ключевые слова: прокатка, осадка, бойки, валки, штамповка, лопатка.

Введение

Совмещенные процессы обработки металлов давлением (ОМД) широко применяются в кузнечно-штамповочном производстве (КШП) [1]. Для совмещенных процессов ОМД характерна значительная проработка структуры материала и получение изделий с высокими механическими и эксплуатационными свойствами.

Известно, что проектирование совмещенных процессов ОМД связано с решением таких технических и технологических задач, как выбор температурно-скоростных режимов деформирования и энергосиловых параметров обработки, оценка влияния распределения деформации на структуру и свойства получаемого изделия, а так же конструирования инструмента [2]. Несмотря на стремление инженеров к разработке технологии с равномерным распределением напряженно-деформированного состояния (НДС) по всему объему деформируемой заготовки, в реальных процессах КШП не достигается равномерное распределение НДС. Это приводит к неоднородной проработке структуры материала, его разнозернистости и анизотропии механических свойств.

В связи с вышесказанным современные исследования в области совмещенных процессов ОМД необходимо проводить в направлении разработки технологии, позволяющих управлят структурой и свойствами материала получаемых деталей на разных этапах обработки совмещенных процессов [3].

По мнению авторов [4] наиболее перспективным направлением исследований процессов ОМД является использование средств математического моделирования. По их мнению, это позволяет, во-первых, проводить детальный и многофакторный анализ влияния НДС и температурно-скоростных режимов деформирования на свойства изделия и, во-вторых, значительно снижает затраты и время на проведение исследований.

В настоящее время в качестве средств математического моделирования технологических процессов широко применяют CAE-системы, основанные на методе конечных элементов (МКЭ) [5]. Данный метод позволяет с большой точностью исследовать НДС в любой точке пластически деформирумого образца с учетом реологических особенностей их материалов. Применение МКЭ позволяет, без значительных количеств допущений и ограничений, строить более совершенные математические модели, в том числе и объемные. Поэтому с помощью МКЭ полученные результаты являются более объективным. МКЭ – универсальный метод, имеющий простую физическую основу и математическую форму, которая реализуется с помощью гибкого алгоритма, хорошо приспособленного для решения на ЭВМ.

Применяя CAE-системы процессы ОМД активно исследуются в последние 15 – 20 лет. За этот период появились мощные программные комплексы, такие как ANSYS, LS-DYNA, NASTRAN, COSMOS, DeForm и QForm, позволяющие моделировать такие процессы ОМД, как прокатка, прессование, объемную штамповка, высадка и др [5]. В настоящее время исследователями накоплен большой опыт в разработке геометрических моделей инструментов и заготовок, определении компонентов тензоров напряжений и деформации, скоростей деформации, полей температур в каждом точке деформируемой заготовки, расчете энергосиловых параметров оборудования. Полученный опыт использования средств математического моделирования позволил вывести проектирование технологических процессов ОМД на новый научный уровень, в частности, появилась

актуальная задача — изменяя параметры НДС, температуры и скоростей, прогнозировать и управлять свойствами в получаемом изделии.

В данной работе ставиться цель: проектировать технологический процесс совмещенного процесса изготовления компрессорных лопаток путем расчета и равномерного распределения степени деформации сдвига. Основа метода заключается в количественное определении размеров зерен в зависимости от величины и распределения степени деформации сдвига в заготовке при совмещенном процессе ОМД.

Необходимо отметить, что для реализации данного метода необходимо имеет функциональные зависимости, связывающие параметры процессов нагрева и НДС со структурой и свойствами материала. Для получения подобных зависимостей требуется проведение большого объема экспериментальных исследований. Кроме того, найденные зависимости будут справедливы только для каждой отдельной группы исследуемых материалов.

Несмотря на вышесказанное, в настоящее время уже появились CAE-системы (программа MSC.SuperForge), имеющие программные модули, позволяющие проводить подобный анализ [6], а также функциональные зависимости [7] и несмотря на то, что в качестве исходных параметров используются усредненные характеристики для используемого материала и не учитывается состояние его начальной структуры, данная программа и функциональные зависимости выдают достоверные результаты. Достоверность расчетов и эффективность применения MSC.SuperForge для компьютерного моделирования процессов прокатки, ковки и штамповки подтверждает опыт ведущих промышленных компаний Японии, США и ЕС.

Материалы и методика эксперимента

В работе предлагается новая технология изготовления поковок компрессорных лопаток: нагрев, прокатка в гладких валках в интервале температур 1000-950 ^{o}C, осадка в выпуклых бойках в интервале температур 800-750 ^{o}C и изотермическая штамповка при температуре 650°C.

Для расчета НДС использовали специализированную стандартную программу MSC.Super Forge [2]. Трехмерная геометрическая модель заготовки и инструментов была построена в CAD программе Inventor и импортирована в CAE программу MSC.SuperForge.

Для исследования совмещенного процесса изготовления компрессорных лопаток, как прокатка в гладких валках и осадка в выпуклом инструменте использовали прямоугольную заготовку размером 5×20×50 мм. Совмещенный процесс моделировали в трехмерной среде с разбиением заготовки на 4-х узловые элементы (CTETRA). Для модели заготовка потребовалось 2439 элементов и 3096 узла. Материал заготовки титановый сплав ВТ6 с температурным диапазоном деформирования 630...1200^{o}C. Из базы данных программного комплекса «MSC.SuperForge» задавали реологические свойства. При этом материал заготовки принимали изотропным упругопластическим с нелинейным упрочнением (BISO). На поверхности инструмента с заготовкой коэффициент трения принимали равным 0,3. Инструменты рассматривали как абсолютное твердые тела.

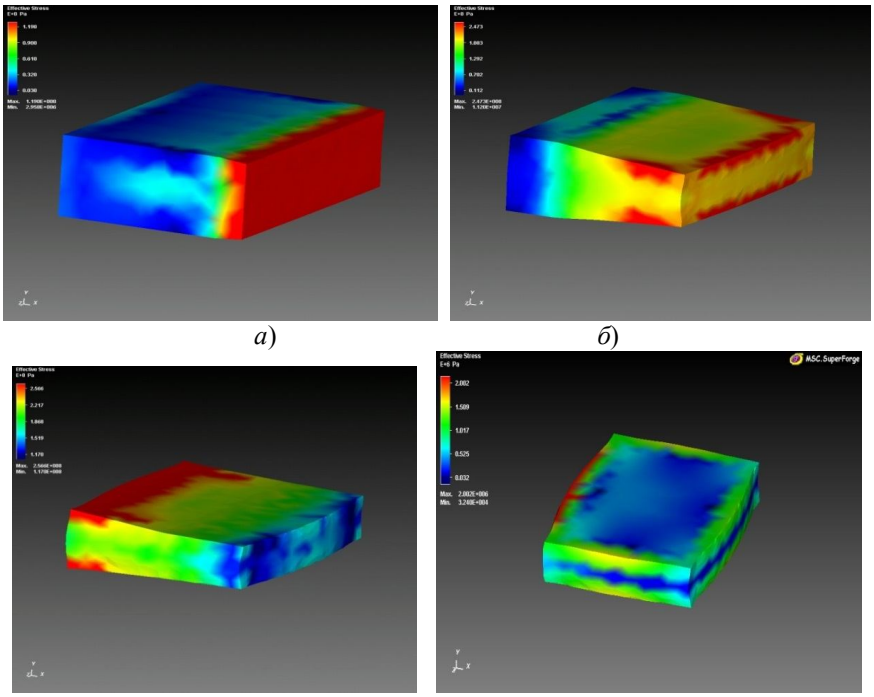
Запускали программу «MSC.SuperForge». Шаговым методом рассчитывали перемещения U, компоненты тензора деформации ε, компоненты тензора скорости деформации ξ, компоненты тензора напряжения σ, интенсивность деформаций, интенсивность напряжений, распределение температур по объему заготовки. При этом для наглядности отображения результатов расчета взяли данные для четырех стадии в процентном отношении к полному времени деформирования, т.е. были выбраны следующие интервалы: первая стадия 10, вторая стадия 40, третья стадия 70 и четвертая стадия 100 процентов от полного времени деформирования.

Результаты и обсуждение

На рисунках 2 и 3 представлены картина распределения интенсивности напряжений и деформаций при прокатке заготовки прямоугльного сечения на гладких валках.

Численным моделированием полученные результаты позволили установить, что:

1) При прокатке в гладких валках в начальный момент прокатки (первая стадия) интенсивность деформации (Γ) и напряжения (σ_i) сосредотачиваются в зонах захвата металла валками стана (рисунки 1,*а* и 2,*а*). С увеличением времени деформирования (вторая стадия) максимальные по величине Γ и σ_i сосредатачиваются на краях деформируемой заготовки (рисунки 1,*б* и 2,*б*). При этом в центре заготовки интенсивность напряжений повышается;



а) *б*)

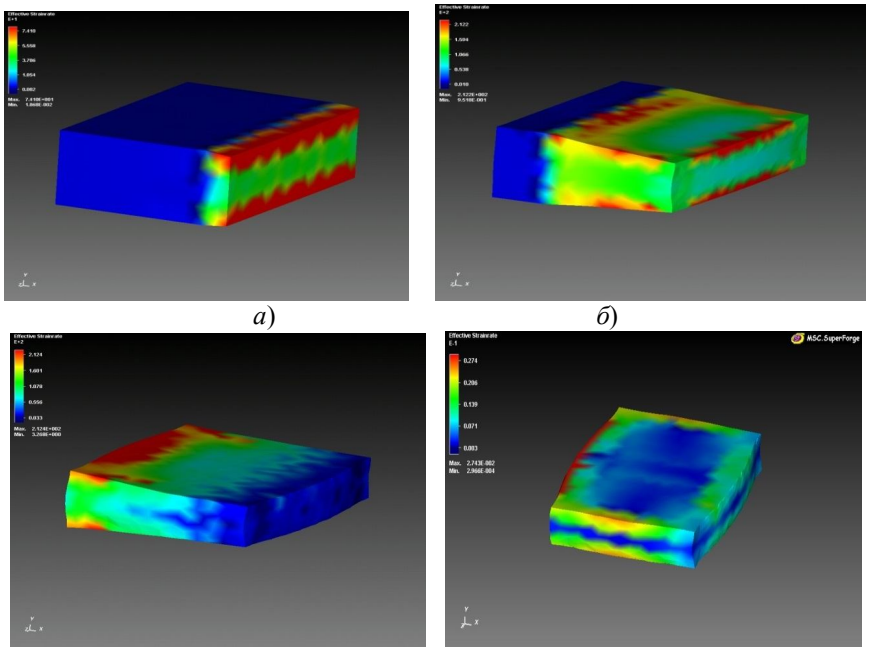
в) *г*)

а – первая стадия; *б* – вторая стадия; *в* – третья стадия; *г* - четвертая стадия

Рис. 1. Картина распределения интенсивности напряжений по сечению заготовки при прокатке в гладких валках с ε = 20%

2) На следующих стадиях прокатки (третья и четвертая стадия прокатки) акцент интенсивности напряжений и деформации переноситься от края и центра заготовки в зону контакта валка с прокатуемой заготовкой (рисунки 1,*в,г* и 2,*в,г*). Такое распределения интенсивности напряжения и деформаций по стадиям приводит к более равномерному распределению суммарного Γ и σ_i по очагу деформации;

3) В процессе прокатки в гладких валках температура в зонах контакта «горячий металл – валки» снижается.



а) *б*)

а – первая стадия; *б* – вторая стадия; *в* – третья стадия; *г* - четвертая стадия

Рис. 2. Картина распределения интенсивности деформации по сечению заготовки при прокатке в гладких валках с ε = 20%

Путем суммирования интенсивности деформации произвели расчет степени деформации сдвига Λ (накопленной деформации) для прокатке в гладких валках.

Анализ эпюр изменения Λ по сечению заготовки при прокатке в гладких валках показывает, что при деформирования с единичным обжатием ε = 20% степень деформации сдвига имеет наибольшее значение в поверхностной зоне прокатуемой заготовкой (рис. 3, где H_i и B_i – расстояние до исследуемой точки по высоте и ширине заготовки; H_0 и B_0 – высота и ширина заготовки, соответственно).

На рисунках 4 и 5 представлены картины распределения интенсивности напряжений и деформаций в заготовке при выполнение операции осадки в выпуклых бойках.

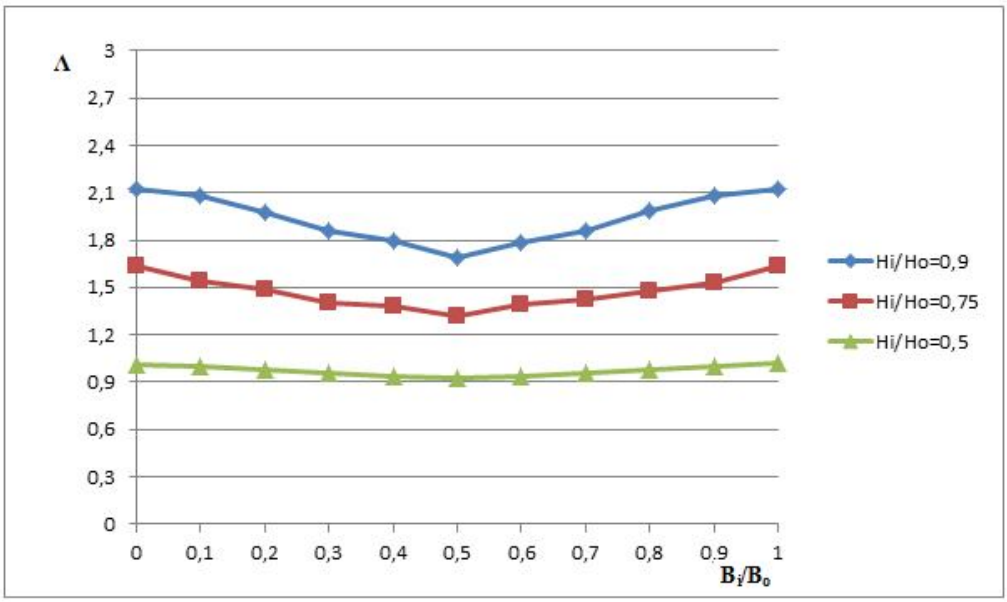
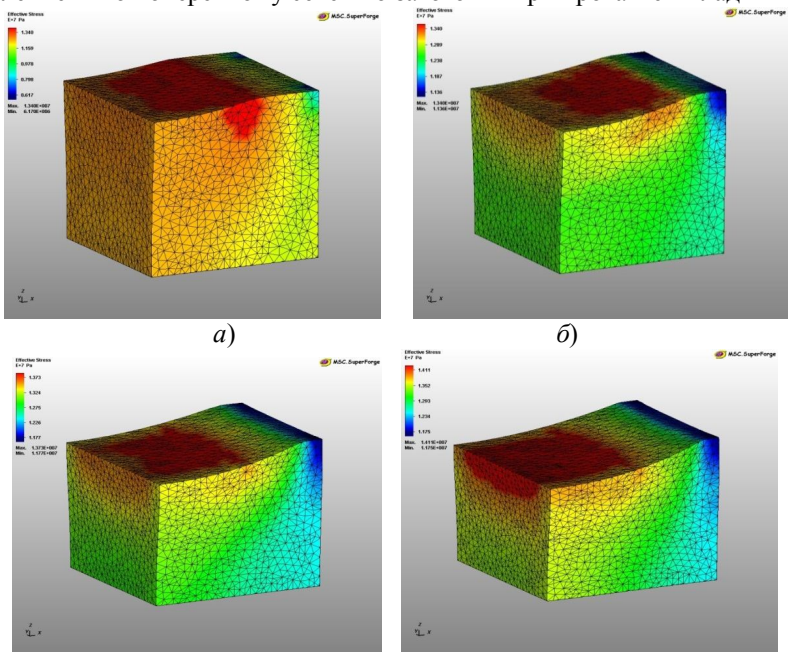


Рис. 3. Распределение Λ по поперечному сечению заготовки при прокатке в гладких валках с ε = 20%



а) *б*)

в) *г*)

а – первая стадия; *б* – вторая стадия; *в* – третья стадия; *г* - четвертая стадия

Рис. 4. Картина распределения интенсивности напряжений в заготовке при осадке в выпуклом инструменте

На основе полученных результатов численного моделирования установлено, что:

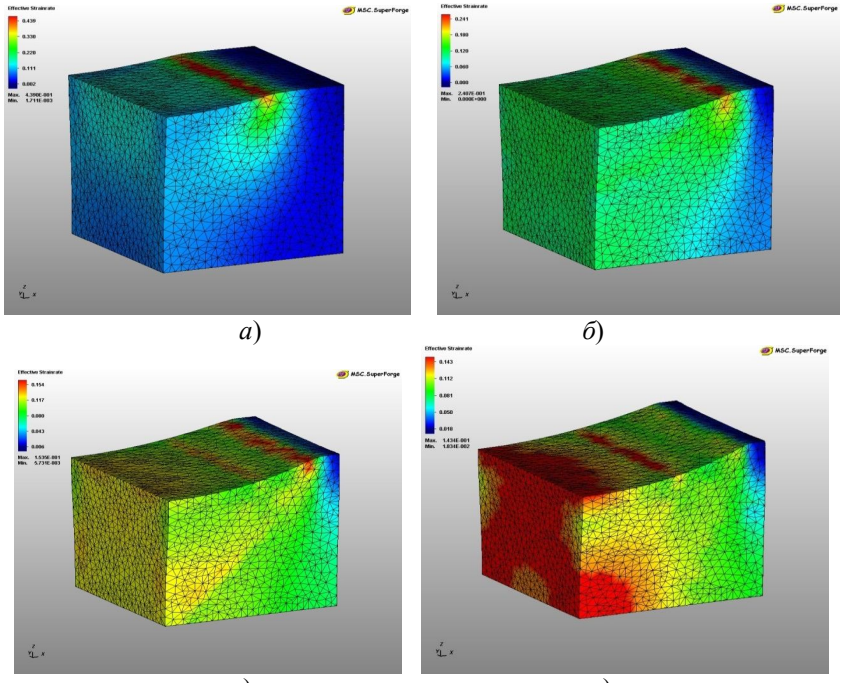
1) В начальный момент осадки в выпуклых бойках интенсивности напряжения и деформации локализуются в контактных зонах заготовки с инструментом (рисунки 4,*а*, и 5*а*,);

2) Увеличение единичного обжатия приводит к переносу акцента интенсивности напряжений и деформаций от контактной поверхности к центру и периферии заготовки (рисунки 4,б, *в*, *г* и 5,б, *в*, *г*);

3) В процессе осадки в выпуклых бойках в зонах локализации деформации повышается температура;

4) С увеличением единичного обжатия максимальная величина контактного давления переносится от оси к периферии заготовки;

5) Характер скорости течения металла аналогичен развитию интенсивности деформации во времени.



а) *б*) *в*) *г*)

а – первая стадия; *б* – вторая стадия; *в* – третья стадия; *г* - четвертая стадия

Рис. 5. Картина распределения интенсивности деформации в заготовке при осадке в выпуклом инструменте

Анализ эпюр изменения Λ по сечению заготовки при осадке в выпулых бойках показывает, что степень деформации сдвига имеет большое значение в центральных зонах, прилегающих к вертикальной оси заготовки и на участках, прилегающих к зону контакта «горячий металл – инструмент» (рис. 6 и 7).

Для исследования эволюции микроструктуры использовали модель глобуляризации титанового сплава ВТ6 по Джонсону-Мейлу-Аврами-Колмогорову, полученная в работе [7]. По данной модели произвели расчет объемную долю и средний размер глобулярных зерен титанового сплава ВТ6.

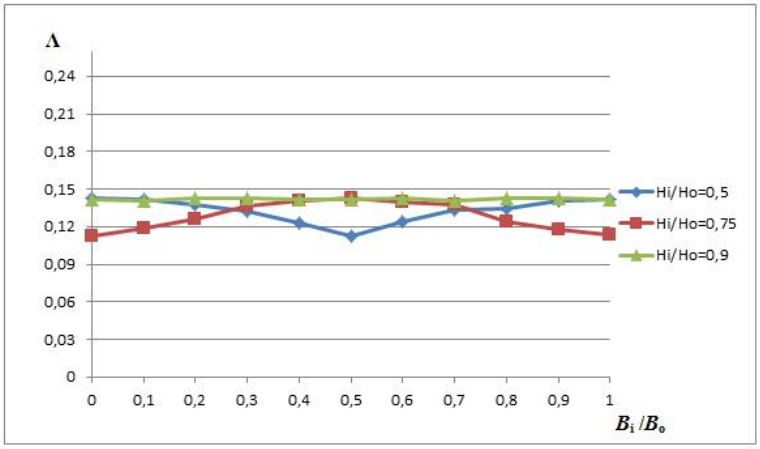


Рис. 6. Распределение Λ по поперечному сечению заготовки при осадке в выпуклых бойках (L_i/L_o = 0,5, где L_i – расстояние до исследуемой точки по длине заготовки; L_0 – длина заготовки, соответственно)

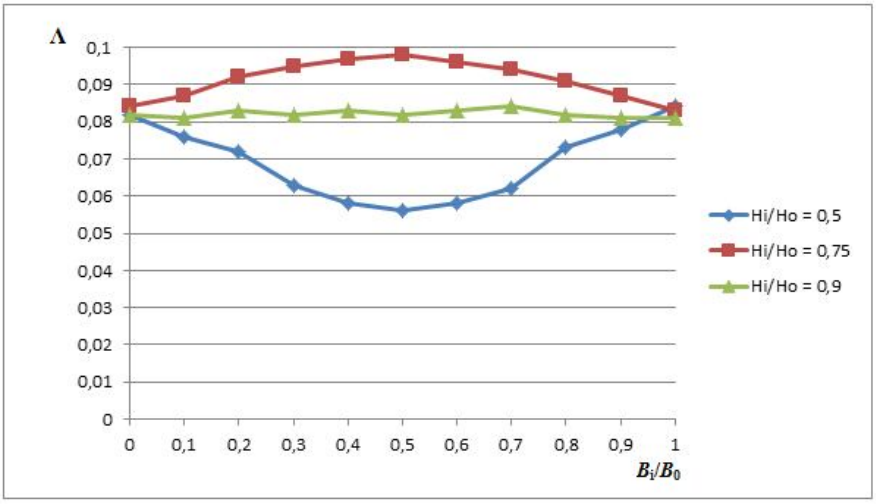


Рис. 7. Распределение Λ по поперечному сечению заготовки при осадке в выпуклых бойках ($L_i/L_o = 0,8$, где L_i – расстояние до исследуемой точки по длине заготовки; L_0 – длина заготовки, соответственно)

Критическую деформацию, необходимую для формирования глобулярных зерен определяли по формуле:

$$\varepsilon_c = a_1 \varepsilon_p,$$

где $a_1 = 1$ – постоянный коэффициент [7];

$\varepsilon_p = 0,5$ – интенсивность деформации при котором начинается формирования глобулярных зерен.

Объемная доля глобулярных зерен α-фазы вычисляли с использованием уравнение Аврами [7]:

$$X_{rex} = 1 - \exp\left[-\beta_d \left(\frac{\Lambda}{\Lambda_{0,5}} \right)^k \right],$$

где β_d и k – константы материалов (значение констант материалов приведены в работе [7]);

$\Lambda_{0,5} = a_2 \dot{\varepsilon}^{m_1}$ - степень деформацию при котором проходит в структуре металла 50% рекристаллизации;

a_2 и m_1 – эмперические параметры, позволяющие определить влияние скорости деформации на формирование глобулярных зерен [7];

$\dot{\varepsilon}$ - скорость деформации, $с^{-1}$.

Для вычисления среднего размера глобулярного зерна использовали формулу [7]:

$$d_{cp} = a_3 \Lambda^{n_1} \dot{\varepsilon}^{m_2},$$

где a_3, n_1, m_2 - эмперические параметры учитывающие влияние скорости и степени деформации [7].

Изменение доли глобулярных зерен в структуре по переходам обработки металлов давлением (ОМД) представлено на рис. 8. Из рисунка видно, что после прокатки в гладких валках доля глобулярных зерен по сечению заготовки составляет 0,463...0,741. При этом, из-за большой величины степени деформации сдвига в поверхностных зонах и зонах прилегающих к поверхностным зонам заготовки почти полностью проходит глобуляризация зерен. Однако, из-за малой величины степени деформации сдвига в центральных зонах заготовки не полностью проходит глобуляризация зерен.

После осадки в выпуклых бойках доля глобулярных зерен по сечению заготовки составляет 0,843...0,982, т.е. из-за накопления степени деформации сдвига и умеренной скорости деформации по сечению заготовки почти полностью проходит глобуляризация зерен.

В процессе предварительной и окончательной изотермической штамповки зоны затрудненной деформации получают достаточную деформацию для того, чтобы структура полностью превратилась из ламеллярной в глобулярную.

Изменение среднего размера глобулярного зерна по переходам представлено на рис. 9. Наиболее интенсивное уменьшение среднего размера глобулярного зерна происходит в процессе прокатки в гладких валках (до 6,231...4,106 мкм) и при осадке в выпуклых бойках на гидровлическом

прессе (до 2,512...1,718 мкм). После изотермической штамповки на кривошипном-горячештампочном прессе образуется мелкозернистая однородная структура со средним размером глобулярного зерна 1,507...0,613 мкм.

Таким образом, в процессе штамповки по предлагаемому технологическому процессу глобуляризация зерен проходит практически во всем объеме поковки. При этом, после изотермической штамповки на КГШП получается мелкозернистая однородная микроструктура, которая способствует повышению пластичности, ударной вязкости, прочности.

Необходимо отметитить, что предварительное фасонирование исходной листовой заготовки в выпуклых бойках позволяет действенным методом регулировать интенсивность деформаций в процессе изотермической штамповки. Применение конусобразной заготовки позволяет не только качественно перераспределить материал заготовки перед штамповкой, но и взаимоуравновесить сдвиговые усилия в штампе, тем самым избавиться от специальных тормозящих облойных канавок и увеличить ресурс штампа [8].

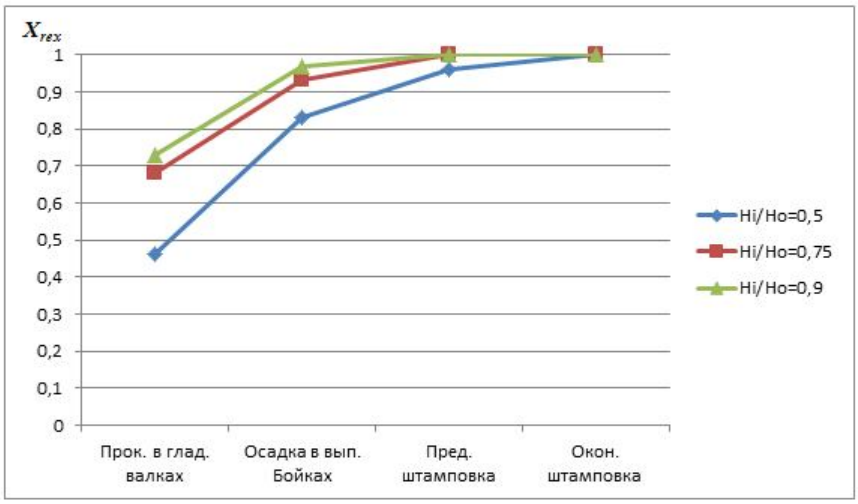


Рис. 8. График изменения объемной доли глобулярной структуры при изготовление лопаток совмещенным процесом ОМД

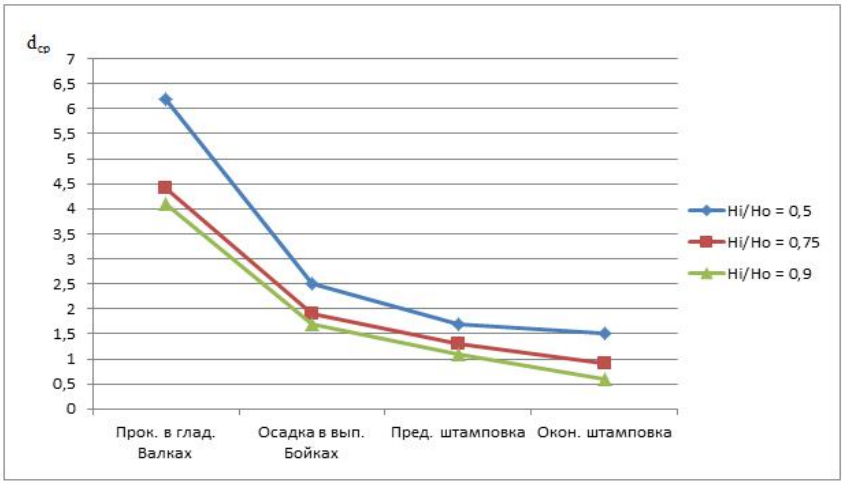


Рис. 9. График изменения среднего размера глобулярного зерна при изготовление лопаток совмещенным процесом ОМД

Отсюда следует, что для получения компрессорных лопаток ответственного назначения из сплава ВТ6 можно рекомендовать их штамповку из предварительно фасонированной исходной листовой заготовки. Предварительное фасонирование в виде осадки исходной листовой заготовки в выпуклых бойках позволяет перераспределить материал исходной заготовки. Это, с одной стороны, минимизирует величину сдвиговых деформаций, вызывающих деформационный перегрев и недопустимое огрубление структуры металла, а с другой – уменьшает риск образования заковов и застойных зон, характерных для предварительной штамповки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидельников С. Б., Довженко Н. Н., Загиров Н. Н. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов: монография / – М.: МАКС Пресс, 2005. – 329 с.

2. Машеков С.А., Биякаева Н.Т., Нуртазаев А.Е. Технология ковки в инструменте с изменяющейся формой.- Павлодар: Издательство «Кереку», 2008. 634 с.

3. Машеков С.А., Биякаева Н.Т., Машекова А.С. Монография. Проблемы ковки титановых сплавов и их решения. Часть 1 и 2 Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2013. 230 с. и 251 с.

4. Палтиевич А. Р. Получение изделий с заданным комплексом механических свойств в процессах обработки металлов давлением с применением методов математического моделирования. Технология машиностроения, № 8 (74), С. 60 – 64.

5. Иванов К.М., Шевченко В.С., Юргенсон Э.Е. Метод конечных элементов в технологических задачах ОМД: Учебное пособие. С-Пб: Институт Машиностроения, 2000. 217 с.

6. Белов М.И. Эффективность использования математического моделирования при исследовании, оптимизации и проектировании технологических процессов ОМД. - М.: Московский государственный институт стали и сплавов, 1996. - С. 224-227.

7. Lopatin N. V., Maradudina O. N., and. Dyakonov G. S. “Analysis of the Structure Formation and Properties of the VT6 Alloy during Upsetting of the Symmetrically Truncated Conical Billets”, Russian Journal of Non Ferrous Metals, 2011, Vol. 52, No. 1, 33–38.

8. Охрименко Я. М. Технология кузнечно-штамповочного производства. - М.: Машиностроение, 1976. 560 с.

REFERENCES

1. Sidel'nikov S.B., Dovzhenko N.N., Zagirov N.N. Kombinirovannye i sovmeshhennye metody obrabotki cvetnyh metallov i splavov: monografija, M.: MAKS Press, 2005, p. 329

2. Mashekov S.A., Bijakaeva N.T., Nurtazaev A.E. Tehnologija kovki v instrumente s izmenjajushhejsja formoj, Pavlodar, Izdatel'stvo «Kereku», 2008, p. 634

3. Mashekov S.A., Bijakaeva N.T., Mashekova A.S. Monografija. Problemy kovki titanovyh splavov i ih reshenija. Chast' 1 i 2 Izdatel'stvo: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013, p.230 and p. 251

4. Paltievich A.P. Poluchenie izdelij s zadannym kompleksom mehanicheskih svojstv v ppocessah obpabotki metallov davleniem s ppimeneniem metodov matematicheskogo modelipovanija. Tehnologija mashinostpoenija, №8(74), p. 60-64.

5. Ivanov K.M., Shevchenko V.S., Jurgenson Je.E. Metod konechnyh jelementov v tehnologicheskih zadachah OMD: Uchebnoe posobie, S-Pb: Institut Mashinostroenija, 2000, p.217

6. Belov M.I. Jeffektivnost' ispol'zovanija matematicheskogo modelirovanija pri issledovanii, optimizacii i proektirovanii tehnologicheskih processov OMD - M.: Moskovskij gosudarstvennyj institut stali i splavov, 1996, p. 224-227.

7. Lopatin N.V., Maradudina O.N., and. Dyakonov G.S. “Analysis of the Structure Formation and Properties of the VT6 Alloy during Upsetting of the Symmetrically Truncated Conical Billets”, Russian Journal of Non Ferrous Metals, 2011, Vol. 52, No. 1, p. 33-38.

8. Ohpimenko Ja.M. Tehnologija kuznechno-shtampovochnogo ppoizvodstva. M.: Mashinostpoenie, 1976, p.560

Машеков С.А., Нуртазаев А.Е., Нурахметова К.К.

Математикалық модельдеу әдістерін қолдана отырып, металлдарды өңдеудің аралас процестерінде белгілі құрылымы бар компрессорлық қалақшалар алу

Түйіндеме. Мақалада VT6 қорытпасынан өндіріс өнімділігі жоғары және энергия үнемдейтін технологияларды қолданып, түйірлі құрылымы бар дайындаманы шығару және одан компрессорлық қалақшалар жасау мүмкіндігі зерттелген. Авторлар компрессорлық қалақшаларды өндірудің жаңа технологиясын ұсынып отыр: жылыту, 1000-950 °С температура диапазонында тегіс орамдағы илектеу және 650 °С температурада изотермиялық соғу. Ұсынылып отырған технология арқасында біртекті ұсақдәнді микроқұрылымды поковка алуға мүмкіндік береді, ал бұл, өз кезегінде, компрессорлық қалақтардың икемділігінің өсуіне, беріктігінің жақсаруына әкеледі.

Түйінді сөздер: илектеу, тұнба, істіктер, шығыршықтар, штамптау, қалақша

Mashekov S.A., Nurtazayev A.Y., Nurakhmetova K.K.

Getting compressor blades with a given structure in the combined processes of metal forming using methods of mathematical modeling

Summary: The article investigated the possibility of getting out of VT6 alloy of high-performance and energy-saving technology blanks with ultrafine-grained structure and manufacture of these forged compressor blades. The authors propose a new technology of manufacturing forged compressor blades: heating, rolling in smooth rolls at a temperature range 1000-950 °C, the precipitate in convex strikers in the temperature range 800-750 °C and isothermal forging at a temperature of 650 °C. The proposed technology allowing to forging a homogeneous fine-grained microstructure, which will improve the ductility, toughness, strength, compressor blades.

Key words: rolling, precipitation, strikers, rolls, stamping, blade.

УДК 004.032.26

Б.С. Ахметов[1], В. И. Горбаченко[2], О. Ю. Кузнецова[2], Ф.Н. Абдолдина[1]
([1]Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан,
[2]Пензенский государственный университет, Пенза, Россия, b_akhmetov@ntu.kz)

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОНИЖЕНИЯ РАЗМЕРНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ОБУЧАЮЩИХ ДАННЫХ БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКОЙ ПОЧЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ

Аннотация. Рассмотрены способы сокращения размерности обучающей выборки, позволяющей уменьшить количество анализов, используемых для диагностики синдрома эндогенной интоксикации (СЭИ). Диагностика СЭИ является не простой и не полностью решенной проблемой. Проблема диагностики СЭИ сводится как к выбору критериев и объективности их интерпретации, так и к доступности их воспроизведения.

Предложен вариант решения этой задачи с помощью использования системы методов статистического анализа, включая оценку средних данных по критерию Стьюдента, качественных различий по непараметрическому критерию Фишера, взаимосвязи показателей методом корреляционного анализа, а также метода математического моделирования. В результате были выделены наиболее информативные признаки для диагностики синдрома эндогенной интоксикации.

Ключевые слова: хроническая почечная недостаточность, статистический анализ, корреляционный анализ, t-критерий Стьюдента, критерий Манна-Уитни.

Введение. Синдром эндогенной интоксикации (СЭИ) является одним из наиболее распространенных в клинической практике и характеризуется накоплением в тканях биологических продуктов, которые представляют собой результат реагирования на повреждающий фактор [1, 2, 3]. Задача ранней диагностики СЭИ является на сегодняшний день актуальной в связи с частым развитием хронической и острой почечной недостаточности (ХПН и ОПН), тяжестью течения и высокой летальностью. Известно, что летальность при тяжёлой форме ХПН составляет более 40% и существенно не меняется последние 30 лет [4].

Постановка задачи. Показатели, отражающие состояние системы детоксикации, можно разделить на следующие группы маркёров: *биохимические*, *иммунологические*, *интегральные* [2, 5].

Биохимические показатели СЭИ следующие [2, 5]:

1. Молочная кислота (МК), пировиноградная кислота (ПВК) и аденозонтрифосфатаза (АТФ) клеток.
2. Общий уровень белка.
3. Мочевина и креатинин.
4. Аммиак.
5. Билирубин.

Иммунологические показатели СЭИ являются показателями, отражающими количественное соотношение иммуноцитов, функциональную их активность, адекватность регуляторных механизмов иммунного ответа и специфические компоненты активности иммуноцитов [2, 5].

1. Количественное содержание лейкоцитов, лимфоцитов, тромбоцитов.
2. Концентрация иммунных комплексов.

Кроме биохимических, иммунологических маркёров СЭИ различают ещё и *интегральные* [5].

1. В эту группу входят клинические признаки: адинамия, апатия, слабость, нарушение памяти, сна, раздражительность, анорексия и др.
2. Токсичность плазмы, лимфы, мочи — определяют по длительности жизни парамеций.
3. Показатели центральной гемодинамики.
4. Наиболее уязвимым местом при ЭИ является сфера психического состояния [5].

Кроме перечисленных показателей перечень маркеров СЭИ может быть неограниченно расширен получаемыми новыми данными теоретических разработок, а также экспериментальных и клинических исследований. Например, только на сегодня число веществ, накапливающихся при уремическом эндотоксикозе, составляет 40 наименований, а при сочетании с печеночной недостаточностью список токсинов можно продолжить до сотни [5]. Следует также подчеркнуть, что при этом отсутствует общепринятый подход к оценке роли токсичности многих метаболитов. В связи с вышеизложенным, диагностику СЭИ можно считать не простой и не полностью решенной проблемой. Таким образом, проблема диагностики СЭИ сводится как к выбору критериев и объективности их интерпретации, так и к

доступности их воспроизведения. Решение этих задач стало возможным при использовании системы методов статистического анализа, включая оценку средних данных по критерию Стьюдента, качественных различий по непараметрическому критерию Фишера, взаимосвязи показателей методом корреляционного анализа, а также метода математического моделирования.

Таблица 1. **Минимум, максимум и среднее значения анализов у здоровых**

Перечень анализов	здоровые			терминальная стадия ХПН			ранняя стадия ХПН		
	среднее	максимум	минимум	среднее	максимум	минимум	среднее	максимум	минимум
Гемоглобин	149,29	165,00	113,00	76,93	145,00	48,00	144,66	175,00	13,80
Эритроциты	4,64	5,10	3,80	2,71	4,50	1,74	4,87	6,64	4,20
Цветовой показатель	0,95	1,10	0,36	0,86	0,93	0,76	0,96	1,00	0,83
Лейкоциты	5,89	10,00	3,80	5,17	8,90	2,00	7,15	17,40	3,40
Палочкоядерные	2,73	6,00	1,00	4,21	15,00	1,00	5,61	11,00	1,00
Сегментоядерные	60,02	76,00	49,00	56,92	82,00	19,00	53,30	69,00	5,90
Эозинофилы	2,00	7,00	1,00	3,64	15,00	1,00	2,91	11,36	0,50
Базофилы	0,60	1,00	0,05	1,90	6,00	1,00	0,80	1,20	0,40
Лимфоциты	31,88	47,00	9,00	28,31	87,00	10,00	27,26	45,00	12,00
Моноциты	4,60	10,00	1,00	5,85	13,00	1,00	6,21	25,00	1,00
Скорость оседания эритроцитов	8,27	14,00	2,00	24,88	70,00	2,00	13,86	48,00	2,00
Общий белок	75,92	87,00	63,00	69,25	84,00	54,00	66,52	81,00	42,00
Альбумины	41,44	52,00	34,00	45,04	62,00	24,00	41,05	56,90	25,00
Мочевина	6,36	9,00	4,10	23,63	35,30	6,10	6,74	9,60	4,23
Креатинин	93,59	125,25	49,82	752,67	1390,00	72,00	104,25	161,00	50,08
Билирубин	16,37	13,00	9,00	11,55	18,40	6,00	16,99	26,19	11,48
В-липопротеиды	44,90	63,00	24,00	48,92	71,00	27,00	51,00	75,00	35,00
Холестерин	4,70	7,70	0,40	5,42	6,90	2,90	9,65	18,36	2,73
Глюкоза	4,80	6,70	3,10	5,55	27,00	3,00	5,01	7,90	3,30
Серомукоид	0,17	0,26	0,10	0,23	0,44	0,12	0,25	0,52	0,14
Сиаловая к-та	2,69	2, 80	1,90	2,94	4,20	2,10	2,91	3,60	2,00
Калий	6,45	5, 20	4,00	5,12	7,50	2,50	5,49	7,50	3,80
Натрий	132,08	144,00	10,00	134,96	150,00	114,00	137,43	166,00	120,00
Хлор	100,95	113,85	95,00	98,33	119,00	82,00	91,20	107,42	71,00
Кальций	2,04	2,74	1,50	2,13	2,90	1,70	2,08	2,60	1,74

Решение. Решение этих задач стало возможным при использовании системы методов статистического анализа, включая оценку средних данных по критерию Стьюдента, качественных различий по непараметрическому критерию Фишера, взаимосвязи показателей методом корреляционного анализа, а также метода математического моделирования.

Были вычислены среднее, максимальное и минимальное значения для 25 показателей общего и биохимического анализа крови из обучающего и тестового множества. Результаты представлены в таблице 1.

По таблице нельзя определить закон распределения, можно только лишь судить о среднем, максимальном и минимальном значениях. На основе гистограмм можно судить о распределении значений признаков больных и здоровых. Предварительно определяется максимальное и минимальное значения, например, по первому анализу $x_{\max} = 175$, $x_{\min} = 48$. Разобьем выборку данных больных и здоровых на 20 интервалов. В результате получаем такие группы больных и здоровых по признаку гемоглобин (таблица 2):

Таблица 2. **Группировка больных и здоровых по значению гемоглобина**

№ п/п	Значение группировочного признака			Количество больных в терминальной стадии ХПН	Количество здоровых
1	48	-	54.35	1	0
2	54.35	-	60.7	5	0
3	60.7	-	67.05	6	0
4	67.05	-	73.4	18	0
5	73.4	-	79.75	13	0
6	79.75	-	86.1	11	0
7	86.1	-	92.45	11	0
8	92.45	-	98.8	7	0
9	98.8	-	105.15	4	0
10	105.15	-	111.5	4	0
11	111.5	-	117.85	2	4
12	117.85	-	124.2	1	3
13	124.2	-	130.55	0	4
14	130.55	-	136.9	0	11
15	136.9	-	143.25	0	7
16	143.25	-	149.6	0	9
17	149.6	-	155.95	1	15
18	155.95	-	162.3	0	14
19	162.3	-	168.65	0	10
20	168.65	-	175	0	7

Из таблицы 2 и рисунка 1 видно, что 95,2 % анализов больных находятся в диапазоне от 73 до 111 единиц. Тогда как 96,6 % анализов здоровых находятся в диапазоне от 130 до 175 единиц. Можно сделать вывод, что данный анализ является одним из показателей для диагностики синдрома эндогенной интоксикации.

Другая ситуация наблюдается, например, по значению показателя палочкоядерные (таб. 3, рис. 2).

Из таблицы 3 и рисунка 2 видно, что значения показателя палочкоядерные у больных и здоровых имеют близкий характер распределения. Можно сделать вывод, что данный признак нельзя использовать для диагностики синдрома эндогенной интоксикации.

Проанализировав гистограммы остальных анализов, можно предположить, что для диагностики синдрома эндогенной интоксикации можно использовать следующие анализы: гемоглобин, эритроциты, сегментоядерные, общий белок, альбумины, базофилы, креатинин, мочевина, билирубин, калий, хлор.

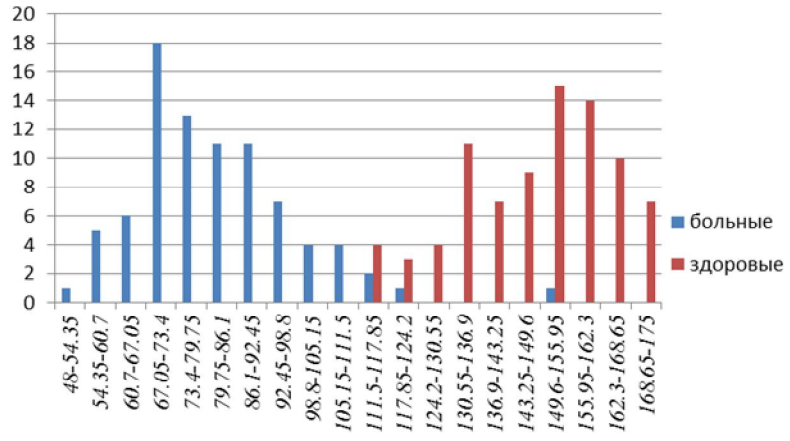


Рис. 1. Гистограмма распределения больных и здоровых по признаку гемоглобин

Таблица 3. **Группировка больных и здоровых по значению показателя палочкоядерные**

№ п/п	Значение группировочного признака			Количество больных в терминальной стадии ХПН	Количество здоровых
1	1	-	1.85	18	0
2	1.85	-	2.7	16	20
3	2.7	-	3.55	15	20
4	3.55	-	4.4	6	26
5	4.4	-	5.25	4	9
6	5.25	-	6.1	4	2
7	6.1	-	6.95	6	4
8	6.95	-	7.8	0	0
9	7.8	-	8.65	2	1
10	8.65	-	9.5	2	1
11	9.5	-	10.35	3	0
12	10.35	-	11.2	2	1
13	11.2	-	12.05	1	0
14	12.05	-	12.9	1	0
15	12.9	-	13.75	0	0
16	13.75	-	14.6	0	0
17	14.6	-	15.45	1	0
18	15.45	-	16.3	1	0
19	16.3	-	17.15	0	0
20	17.15	-	18	0	0

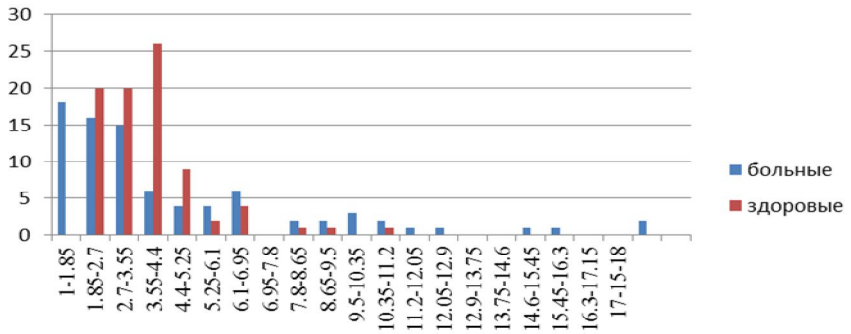


Рис. 2. Гистограмма распределения больных и здоровых по признаку палочкоядерные

Следующим для исследования был выбран Т-критерий Стьюдента. Он является параметрическим и связан с проверкой равенства средних значений (разброс относительно средних) двух выборок. Проверка гипотезы о существенности или несущественности различия двух выборочных средних — одна из часто встречающихся процедур в исследовательской работе. В этом случае можно применить t-критерий Стьюдента (при условии достаточно больших объёмов выборок ($n \geq 30$)). t-критерий применяется в двух вариантах – когда сравниваемые выборки независимы (не связаны) и когда они зависимы (связаны) [7, 8]. Нулевая гипотеза предполагает, что средние равны (отрицание этого предположения называют гипотезой сдвига).

Вычисление значения t-критерия Стьюдента осуществляется по формуле:

$$t_{эмп} = \frac{\overline{n_1} - \overline{n_2}}{\sigma_{n_1 - n_2}},$$

где $\overline{n_1}$, $\overline{n_2}$ — средние арифметические в двух выборках, $\sigma_{n_1 - n_2}$ стандартная ошибка разности средних арифметических, которая находится из формулы:

$$\sigma_{n_1-n_2}=\sqrt{\frac{\sum\left(n_{1_i}-\overline{n_1}\right)^2+\sum\left(n_{2_i}-\overline{n_2}\right)^2}{(n-1)*n}},$$

где n — величина выборки.

Число степеней свободы k определяется по формуле $k=2n-2$. Если $t_{эмп}<t_{крит}$, то нулевая гипотеза принимается, в противном случае принимается альтернативная $t_{кр}=1.97$ при $p\le 0.01$

Если распределение хотя бы одной из двух переменных не соответствует нормальному, то вместо t-критерия Стьюдента следует использовать непараметрический статистический тест: Критерий Манна-Уитни. Несмотря на то, что величина t-критерия Стьюдента рассчитывается в предположении, что значения обеих выборок распределены по нормальному закону, формула для ее вычисления дает достаточно точные результаты и в случаях распределений не соответствующих нормальному закону.

Так как большинство переменных не подчиняются нормальному закону распределения, то вычислялись все два критерия для сравнения различных распределений данных.

Критерий Манна-Уитни применяется для сравнения двух независимых выборок объемов n_1 и n_2 [7, 8]. Чем меньше область перекрещивающихся значений, тем более вероятно, что различия достоверны. Иногда эти различия называют различиями в расположении двух выборок.

Вычислим суммарные ранги обеих выборок и статистику Манна-Уитни

$$R_{n_1}=\sum_{i=1}^{n}r\left(n_{1i}\right),\ R_{n_2}=\sum_{i=1}^{n}r\left(n_{2_i}\right),$$

$$U_{n_1}=n_1n_2+\frac{1}{2}n_1\left(n_1+1\right)-R_{n_1},\ U_{n_2}=n_1n_2+\frac{1}{2}n_2\left(n_2+1\right)-R_{n_2},$$

$$U=\min\left\{U_{n_1},U_{n_2}\right\}.$$

где R_{n_1}, R_{n_2} — сумма рангов первой и второй выборки, U — эмпирическое значение критерия Манна-Уитни.

Эмпирическое значение критерия U отражает то, насколько велика зона совпадения между рядами. Если полученное значение $U_{эмп}$ меньше табличного или равно ему, то признается наличие существенного различия между уровнем признака в рассматриваемых выборках (принимается альтернативная гипотеза). Если же полученное значение $U_{эмп}$ больше табличного, принимается нулевая гипотеза. Достоверность различий тем выше, чем меньше значение $U_{эмп}$. Поэтому, чем меньше $U_{эмп}$, тем более вероятно, что различия достоверны.

Результаты применения критериев для сравнения средних выборок больных и здоровых представлены в таблице 4.

Таблица 4. **Результат применения критериев**

Перечень анализов	t-критерий Стьюдента	U-критерий Манна-Уитни
Гемоглобин	29,4	20
Эритроциты	22,8	19
Цветовой показатель	9	258,5
Лейкоциты	2,2	1644
Палочкоядерные	3,8	1216,5
Сегментоядерные	2,2	1762,5
Эозинофилы	4,8	1027
Базофилы	9,3	192
Лимфоциты	2,1	1252,5

Моноциты	2	1660,5
Скорость оседания эритроцитов	9,3	548
Общий белок	7,1	708
Альбумины	2	1542
Мочевина	22,3	0
Креатинин	23,3	0
Билирубин	9,5	394
В-липопротеиды	3,2	1329,5
Холестерин	3,6	1216
Глюкоза	1,2	1780,5
Серомукоид	7	866,5
Сиаловая к-та	1	595
Калий	1,2	1357,5
Натрий	1,7	1598,5
Хлор	1,9	1521
Кальций	2,8	1426

Из таблицы можно сделать вывод о том, что средние значения анализов больных и здоровых значимо различаются у следующих показателей: гемоглобин, цветовой показатель, лейкоциты, палочкоядерные, эозинофилы, базофилы, лимфоциты, общий белок, мочевина, креатинин, билирубин, В-липопротеиды, холестерин, серомукоид.

Чтобы отобрать наиболее информативные признаки для диагностики были проанализированы лабораторные показатели пациентов и доноров из обучающей выборки. Был проведен корреляционный анализ чтобы выявить зависимости между переменными и результатом (болен - здоров) [8].

Основной коэффициент корреляции r Пирсона является мерой линейной связи между выборками $n_1 = (n_{1_1}, ..., n_{1_n})$, $n_2 = (n_{2_1}, ..., n_{2_n})$. Коэффициент корреляции Пирсона рассчитывается по формуле:

$$r_{n_1 n_2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(n_{1_i} - \overline{n_1}\right)\left(n_{2_i} - \overline{n_2}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(n_{1_i} - \overline{n_1}\right)^2 \sum_{i=1}^{n} \left(n_{2_i} - \overline{n_2}\right)^2}},$$

где $\overline{n_1}$, $\overline{n_2}$ —средние арифметические в двух выборках.

Используя этот коэффициент, следует учитывать, что лучше всего он подходит для оценки взаимосвязи между двумя переменными, распределенными по нормальному закону. Если распределение переменных отличается от нормального, то он по-прежнему продолжает характеризовать степень взаимосвязи между ними, но к нему уже нельзя применять методы проверки на значимость. Также коэффициент корреляции Пирсона не очень устойчив к выбросам — при их наличии можно ошибочно сделать вывод о наличии корреляции между переменными. Поэтому если распределение исследуемых переменных отличается от нормального или возможны выбросы, то лучше воспользоваться непараметрическим аналогом — коэффициентом ранговой корреляции Спирмена или Кенделла [7, 8]. При применении корреляции Пирсона необходимо соблюдать следующие условия: сравниваемые переменные должны быть получены в интервальной шкале, распределение переменных должно быть близким к нормальному, число варьирующих признаков должно быть одинаковым. Корреляция Пирсона дает достаточно точные результаты на выборках, не подчиняющихся нормальному закону распределения.

Если заменить значения переменных в выборке их рангами и рассчитать коэффициент корреляции Пирсона для полученной выборки, то мы получим непараметрический коэффициент корреляции — коэффициент ранговой корреляции Спирмена. В отличие от коэффициента корреляции Пирсона, он характеризует степень произвольной нелинейной зависимости между переменными. Вычисляется коэффициент корреляции рангов по формуле [7, 8]:

$$\rho = 1 - \frac{6\sum d^2}{n\left(n^2 - 1\right)},$$

где $\sum d^2$ — сумма квадратов разностей рангов, n — число парных наблюдений.

Таблица 5. **Итоги корреляционного анализа**

Перечень анализов	Критерий Пирсона	Критерий Спирмена	Критерий Кендалла
Гемоглобин	-0,039	-0,073	-0,043
Эритроциты	-0,044	-0,070	-0,049
Цветовой показатель	-0,040	0,042	0,034
Лейкоциты	0,072	0,042	0,066
Палочкоядерные	-0,014	0,089	0,061
Сегментоядерные	-0,185	-0,118	-0,082
Эозинофилы	-0,111	-0,054	-0,042
Базофилы	-0,052	-0,023	-0,018
Лимфоциты	-0,131	-0,120	-0,084
Моноциты	0,101	0,102	0,074
Скорость оседания эритроцитов	0,108	0,190	0,135
Общий белок	0,150	0,133	0,118
Альбумины	0,183	0,186	0,141
Мочевина	-0,154	-0,112	-0,076
Креатинин	-0,149	-0,212	-0,149
Билирубин	0,112	-0,245	-0,128
В-липопротеиды	0,182	0,175	0,110
Холестерин	-0,096	-0,146	-0,105
Глюкоза	-0,106	-0,070	-0,046
Серомукоид	0,028	-0,018	-0,013
Сиаловая к-та	0,139	-0,041	-0,032
Калий	-0,027	0,130	0,094
Натрий	-0,005	0,169	0,138
Хлор	0,124	0,058	0,044
Кальций	0,106	0,139	0,119

Следует отметить, что коэффициент корреляции Спирмена может использоваться для оценки зависимости между переменными независимо от их распределения. Это важное качество достигается благодаря тому, что все специфичные для конкретных распределений детали исчезают, когда значения переменных заменяются их рангами в выборке. Также он менее чувствителен к выбросам, что является ещё одним важным качеством при обработке экспериментальных данных.

Коэффициент ранговой корреляции Кендалла применяется для выявления взаимосвязи между количественными или качественными показателями, если их можно ранжировать и рассчитывается по формуле [7, 8]:

$$\tau = 1 - \frac{4}{n\left(n-1\right)} R,$$

$$R = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \left[n_{1_i} < n_{1j} \right] \neq \left[n_{2_i} < n_{2j} \right],$$

где R — количество инверсий, образованных величинами n_{2_i}, расположенными в порядке возрастания соответствующих n_{1_i}.

Таблица 6. **Результат исследования данных**

Методы / Перечень анализов	Гистограммы	Критерии Стьюдента, Манна-Уитни	Корреляции	Маркеры ЭИ
Гемоглобин	+	+		
Эритроциты	+			
Цветовой показатель		+		
Лейкоциты		+		+
Палочкоядерные		+		
Сегментоядерные	+			
Эозинофилы		+		
Базофилы	+	+		
Лимфоциты		+		+
Моноциты				
Скорость оседания эритроцитов			+	
Общий белок	+	+	+	+
Альбумины	+		+	+
Мочевина	+	+	+	+
Креатинин	+	+	+	+
Билирубин	+	+	+	+
В-липопротеиды		+	+	
Холестерин		+		
Глюкоза				
Серомукоид		+		
Сиаловая к-та	+			
Калий	+			
Натрий				
Хлор	+		+	
Кальций			+	

Для проведения исследований использовался статистический пакет SPSS 17.0, так как большинство переменных не подчиняются нормальному закону распределения, то вычислялись все три коэффициента корреляции для сравнения различных распределений данных. В таблице 5 представлены три критерия корреляции по показателям "болен-здоров".

Из представленной таблицы видно, что наиболее коррелированными с результатом анализами являются: СОЭ, альбумины, мочевина, креатинин, общий белок, билирубин, В-липопротеиды, хлор, кальций.

В таблице 6 приведены результаты статистического и медицинского исследования обучающей выборки различными методами, для того чтобы выбрать наиболее информативный набор входных анализов. В данной таблице знаком + обозначена информативность анализа в каждом методе.

Заключение. Для дальнейшей диагностики выбираются те анализы, информативность которых подтвердилась большинством методов. А также определяющее влияние на выбор признаков оказали маркеры эндогенной интоксикации, что было подтверждено статистическими методами. По результатам анализа таблицы 5 можно сделать вывод, что наиболее информативными признаками являются: общий белок, мочевина и креатинин, альбумины, билирубин [9]. Это позволило, из множества разнообразных показателей выбрать их минимальное число, достаточное для диагностики эндогенной интоксикации.

ЛИТЕРАТУРА

1. US Renal Data System, USRDS 2009 Annual Data Report: atlas of end-stage renal disease in the United States, National Institutes of Health, National Institutes of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2009.

2. Малахова М. Я. Метод регистрации эндогенной интоксикации: Пособие для врачей. С-Пб.: Изд-во СПб МАПО, 1995. — 34 с.

3. Капустин Б.Б. Способы определения степени эндогенной интоксикации у больных абдоминальным сепсисом // Труды международного конгресса «Новые технологии в хирургии». Ростов на Дону. — 2005. — С. 47.

4. Levey A.S. CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration). A New Equation to Estimate Glomerular Filtration Rate / A.S. Levey, L.A. Stevens, C.H. Schmid, Y.L. Zhang, A.F. Castro 3rd, H.I. Feldman, J.W. Kusek, P. Eggers, F. Van Lente, T. Greene, J. Coresh. *Ann Intern Med*. 2009. — Vol 150. — № 9, — P. 604-613.

5. Ахметов Р.Ф. Способ определения степени эндогенной интоксикации у больных с абдоминальным сепсисом / Р.Ф. Ахмеров, Б. Б. Капустин, С. В. Старчиков, Р. Ф. Ахметов // Труды международного конгресса «Новые технологии в хирургии». Ростов на Дону. — 2005. — С. 47.

6. Крыштановский А.О. Анализ социологических данных с помощью пакета SPSS / А.О. Крыштанский. ГУ ВШЭ. — 2006. - С. 182-191.

7. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. — М.: Физматлит, 2006. — 816 с.

8. Орлов А. И. Прикладная статистика. Учебник. — М.: Издательство «Экзамен», 2004. — 656 с.

9. Горбаченко В.И., Белова О. Ю., Соломаха А.А. Современные компьютерные методы диагностики синдрома эндогенной интоксикации у больных с хронической почечной недостаточностью // Вестник службы крови России. — 2009. — № 2. — С. 31–38.

REFERENCES

1. US Renal Data System, USRDS 2009 Annual Data Report: atlas of end-stage renal disease in the United States, National Institutes of Health, National Institutes of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2009.

2. Malakhova M. YA. Metod registracii endogennoj intoksikacii: Posobie dlya vrachej. S-Pb.: Izd-vo SPb MAPO, 1995. — 34 p. (in Russ.)

3. Kapustin B.B. Sposoby opredeleniya stepeni endogennoj intoksikacii u bol'nykh abdominal'nym sepsisom // Trudy mezhdunarodnogo kongressa «Novye tekhnologii v khirurgii». Rostov na Donu. — 2005. — P. 47.

4. Levey A.S. CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration). A New Equation to Estimate Glomerular Filtration Rate / A.S. Levey, L.A. Stevens, C.H. Schmid, Y.L. Zhang, A.F. Castro 3rd, H.I. Feldman, J.W. Kusek, P. Eggers, F. Van Lente, T. Greene, J. Coresh. Ann Intern Med. 2009. — Vol 150. — № 9, — P. 604-613.

5. Akhmetov R.F. Sposob opredeleniya stepeni endogennoj intoksikacii u bol'nykh s abdominal'nym sepsisom / R.F. Akhmerov, B. B. Kapustin, S. V. Starchikov, R. F. Akhmetov // Trudy mezhdunarodnogo kongressa «Novye tekhnologii v khirurgii». Rostov na Donu. — 2005. — P. 47. (in Russ.)

6. Kryshtanovskij A.O. Analiz sociologicheskikh dannykh s pomoshh'yu paketa SPSS / A.O. Kryshtanskij. GU VSHE. — 2006. - P. 182-191. (in Russ.)

7. Kobzar' A.I. Prikladnaya matematicheskaya statistika. — M.: Fizmatlit, 2006. — 816 p. (in Russ.)

8. Orlov A. I. Prikladnaya statistika. Uchebnik. — M.: Izdatel'stvo «Ekzamen», 2004. — 656 p. (in Russ.)

9. Gorbachenko V.I., Belova O. YU., Solomakha A.A. Sovremennye komp'yuternye metody diagnostiki sindroma endogennoj intoksikacii u bol'nykh s khronicheskoj pochechnoj nedostatochnost'yu // Vestnik sluzhby krovi Rossii. — 2009. — № 2. — P. 31–38. (in Russ.)

Ахметов Б.С., Горбаченко В. И. , Кузнецова О. Ю. , Абдолдина Ф.Н.

Созылмалы бүйрек жеткіліксіздігі бар науқастардың медициналық оқытатын деректерінің өлшемділігін төмендету тәсілдерін талдау

Түйіндеме. Медициналық диагноздарды ерте диагностикалауда компьютерлік нейрожелілік технологияларды қолданатын жаңа тәсілдемелерді, алгоритмдерді әзірлеу өзекті мәселе болып табылады.

Мақалада эндогенді интоксикация синдромын (ЭИС) диагностикалау үшін қолданылатын талдаулар санын кемітуге мүмкіндік беретін оқытатын іріктеме өлшемділігін қысқарту тәсілдері қарастырылған.

ЭИС диагностикасы жай емес, әрі толығымен шешілмеген мәселе болып табылады. ЭИС диагностикалау мәселесі критерийлерді және олардың интерпретациясының объективтілігінтаңдауды, сол сияқты олардың жаңғыртылудағы қол жетімділігін қамтиды.

Мақалада бұл мәселені Стьюденттің критерийі бойынша орташа деректердің бағалануын, Фишердің параметрлік емес критерийі бойынша сапалық айырмашалықтарды, корреляциялық талдау әдісімен көрсеткіштердің өзара байланысын, сонымен қатар математикалық үлгілеу әдісін қоса алғанда, статистикалық талдау әдістерінің жүйесін қолдану арқылы шешу нұсқасы ұсынылған.

Жүргізілген зерттеу нәтижесінде эндогенді интоксикация синдромын диагностикалау үшін анағұрлым ақпараттық белгілері ажыратылды.

Түйінді сөздер:созылмалы бүйрек жеткіліксіздігі, статистикалық талдау, корреляциялық талдау, Стьюденттің t-критерийі, Манн-Уитникритерийі.

Akhmetov B., Gorbachenko V., Kuznetsova O., Abdoldina F.

Analysis of dimensionality reduction methods of medical educatory data in patients with the chronic kidney disease

Summary. The development of new approaches and algorithms using computerized neural network technologies in the early diagnostics of medical diagnosis is a critical task.

The article describes methods reducing the dimensionality of teaching selection, which allows decreasing the number of tests being used for the diagnostics of the endogenous intoxication syndrome (EIS).

The diagnostics of EIS is not a simple and not fully completed task. The problem of the diagnostics of EIS comes down to both the selection of criteria and objectivity of their interpretation, and to the availability of their reproduction.

The article proposes an alternative for the solution to this problem using a system of statistical analysis methods, including the evaluation of average data after Student's t-test, qualitative differences after Fisher's nonparametric test, the interrelation of indicators by the method of the correlation analysis and the mathematical model method.

As a result of the undertaken study the most informative signs were distinguished for the diagnostics of the endogenous intoxication syndrome.

Key words: chronic kidney disease, statistical analysis, correlation analysis, Student's t-test, Mann-Whitney test.

УДК 624.723

А.Т. Умбетбеков, М.М. Абдибаттаева, Г.Б. Танабекова, Д.А. Аманкос
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика, Казахстан, e-mail: ashat.talgat@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИЙ ПРИ СУШКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Исследованы целесообразность применения для сушки семенной кукурузы гелиоустройства, который позволит уменьшить энергозатраты на сушку и повысить качество производимых семян кукурузы. Определение условий преобразования и аккумулирования солнечной энергии и оценка целесообразности полного или частичного использования солнечной энергии в процессе сушки початков кукурузы.

В целом результаты представляют непосредственный интерес для развития агропромышленного комплекса, а особенно для малых фермерских хозяйств занимающиеся посевам и производством зерна.

Целью исследования научной работы является сокращение ресурсных и энергетических затрат сушки зерновых культур на основе применения гелиоустройств для обеспечения энергоэффективности процесса.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, солнечные батареи, гелиоустройство, сушка, зерно.

Альтернативные энергетические источники дают основу для генерирования экологически чистой энергии, не зависящей от мировых цен на энергоносители, и открывают широкие перспективы для устойчивого развития экономики, в первую очередь развивающимся странам, в которых проживает 80% всего населения мира, но потребляется ими только 30% всей производимой на Земле энергии.

Ученые и специалисты в области энергетики полагают, что примерно к 2050 году технология солнечных батарей позволит производить около 3 000 гигаватт электрических энергии, иными словами миллиарды ватт. Около 30000 квадратных миль рядов солнечных батарей должны быть установлены вверх к солнцу на фиксируемых подставках эти площади могут казаться очень большое, но уже установленные линии батарей показывают, что свободные земли необходимы для производства каждого гигаватт часа солнечней энергии требуется все равно меньше чем при производстве этого же количество энергии на традиционных угольных электростанциях.

Для территории Казахстана наиболее перспективны следующие виды возобновляемых источников энергии: ветроэнергетика; малые гидроэлектростанции; солнечные установки для производств тепловой и электрической энергии.

Потенциал солнечной радиации на территории Казахстана составляет **1300 - 1800 кВт ч/м^2 в год,** и **расположен на широтах между 42 и 55 градусами к северу. В связи с континентальным климатом, количество солнечных часов в году составляет 2200 - 3000.** Увеличивая количество панелей можно добиться больше производимой мощности солнечной батарей. **Наличие значительного потенциала солнечной энергии делает возможным его экономическое использование в Казахстане.** Однако производительность солнечных батарей зависит не только от площади, но также от интенсивности солнечного света и угла падения лучей, следовательно, производительность солнечных батарей зависит, от местности и географической широты. Электричество, произведенное при помощи солнечных батарей не оказывает вредного воздействия

на воздушной массы, и никак не загрязняет поверхностный и подземные воды, не истощает природные ресурсы не несет опасности, как для животного мира, так и для здоровья человека [1].

Применение возобновляемых источников энергии в технологических процессах стало объективной необходимостью, позволяющей решать энергетическую, продовольственную, экологическую и социально-бытовые проблемы. Имеющийся отечественный и зарубежный опыт создания систем гелиоподогрева воздуха свидетельствует о том, что солнечная энергия особенно широко применяется в технологических процессах в сельском хозяйстве. Например, сочетая традиционные источники и возобновляемые, можно создавать комбинированные системы энергоснабжения животноводческих ферм, обеспечивать фермерские хозяйства, садово-огородные участки и т.д. Гелиосистемы могут обеспечить до 30 % экономии тепловой энергии в быту населения, ускорить процесс сушки продукции растениеводства в 1,4–1,7 раза [2].

Уровень затраты электроэнергии в зерновом производстве имеет исключительно важное значение, поскольку от этого зависит объем, качество и стоимость продукции. Сушка является основной важной технологической операцией по приведению зерна и семян в стойкое состояние. Из всего валового сбора зерновых культур подлежит очистке 80-90%, сушке 30-40%, хранению 20-25% урожая.

Среди технологических процессов, сушка влажного зерна требует наибольших энергозатрат, в первую очередь, затрат на традиционно дорогие виды жидкого и газообразного топлива, электроэнергии. Цена на сегодня энергоматериалов в стоимости сушки составляет около 80-90%.

В предложенной научной работе исследованы целесообразность применения для сушки семенной кукурузы гелиоустройства, который позволит уменьшить энергозатраты на сушку и повысить качество производимых семян кукурузы. Определение условий преобразования и аккумулирования солнечной энергии и оценка целесообразности полного или частичного использования солнечной энергии в процессе сушки початков кукурузы.

В целом результаты представляют непосредственный интерес для развития агропромышленного комплекса, а особенно для малых фермерских хозяйств занимающиеся посевам и производством зерна.

Целью исследования научной работы является сокращение ресурсных и энергетических затрат сушки зерновых культур на основе применения гелиоустройств для обеспечения энергоэффективности процесса.

В процессе выполнения исследовательской работы необходимо решить следующие задачи:

- обоснование актуальности выбранной темы, ее значение для повышения энергоффективности технологических процессов сушки зерновых культур.

- изучить теоретические положения и исследование современных существующих типов зерносушилок, в том числе зарубежных и проведения сравнительного анализа на затраты энергии при использовании различного типа топлива (жидкого, газообразного) для сушки влажного и сырого зерна с учетом длительности процесса сушки.

- разработка технологической схемы процесса сушки с применением гелиоустройств.

Объектом исследования является технологический процесс сушки семенного зернового продукта из зерна кукурузы в початках для промышленной переработки.

Рекомендуемая нами энергосберегающая технология обработки сушки для получения высококачественного экологически чистого зернового продукта на основе использования гелиоустройства, в сравнении с существующими аналогами, в том, числе с мировыми ряд преимуществ сравнительно существующими традиционными технологиями сушки:

- высокое энергосбережение и эффективная сушка;

- совершенная в конструкции, уменьшение вредных выбросов в атмосферу, универсальность применения, уникальная простата инженерных технологических решении устройства, высокая производительность и уменьшение себестоимости получаемой продукции на 40%;

- уменьшение затраты энергии на сушку и привод вентиляторов засчет использования солнечной энергии [3].

К примеру ученые лаборатории использования топливно-энергетических ресурсов под руководством академика НАН Беларуси М.М. Севернева провели теоретические и практические разработки в области гелиоэнергетики. Целью изучения являлось определение эффективности использования солнечной энергии для подогрева воздуха при сушке растительных материалов, был создан разборный гелиоподогреватель воздуха ГПВ-240 модульного типа [4].

Для уменьшения затрат топлива имеются разработанные ряд технико-технологических приемов (рециркуляция зерна, реверсирование и повторное использование теплоносителя, сушка с периодами "нагрев-охлаждение"), которые широко применяются на практике.

В Германии проводили исследования по использованию солнечной энергии для сушки и изысканию способов увеличения к.п.д. сушильных установок. Выявлено, что солнечные коллекторы с высоким к.п.д. могут успешно использоваться в сушильных установках. Стоимость коллекторов колеблется от 40 до 700 марок/м^2, а их поверхность должна выбираться из расчета 4 м^2 на 1 м^3 высушиваемого зерна.

Для сушки зерна применяют два типа коллекторов: с полупрозрачным экраном и поглощающим теплоизолированным основанием. В обоих случаях теплоноситель (воздух или вода) прогоняется вентилятором или насосом между экраном и основанием. Другая система представляет собой солнечный коллектор, выполненный в виде дополнительной стенки, установленной с зазором вокруг бункера. Циркуляция воздуха осуществляется под действием теплового напора. Зачернение стальной стенки повысило эффективность системы до 80%, установка окупается за 3-6 лет [5].

В Германии получили развитие пленочные коллекторы, применяемые для сушки зерна, состоящие из светопроницаемой и черной поглощающей солнечные лучи пленок, между которыми пропускается воздух. Стоимость такого коллектора 5-8 марок/м^2.

В штате Иллинойс для сушки зерна в хранилище размером 30,4**х**12,1 м и вместимостью 211,3 т применили солнечный коллектор площадью около 360 м^2, выполненный из нескольких слоев различных материалов. Стоимость сушки зерна снизились в 1,6 раза. Вентиляторы прогоняют горячий воздух через бункеры. Установка позволила высушить зерно без дополнительной энергии от влажности 26% до влажности 15% за 3 недели.

В университете штата Айова проводили исследование по использованию солнечной установки с тепловым насосом для сушки зерна. Потребление электроэнергии на сушку снизились на 37%, но это недостаточно, чтобы окупить затраты на коллектор и тепловой насос. Тогда применили новую технологию сушки.

Имеется уже достаточный опыт сушки зерна с помощью солнечной энергии. Однако существующая технология улавливания солнечной энергии еще недостаточно эффективна, а конструкции коллекторов довольно громоздкие, дорогостоящие и имеют невысокий к.п.д.

Разработанная нами сушильная камера с использованием гелиоустройств состоит из трех частей. Первая часть включает солнечной батареи, контроллер, аккумулятор, инвертор. Вторая часть состоит из самой камеры, в которую вмонтирован калорифер, тепловентилятор и терморегулятор. Третья часть - параболоцилиндрический концентратор для усиления теплопередачи в несолнечные дни [6].

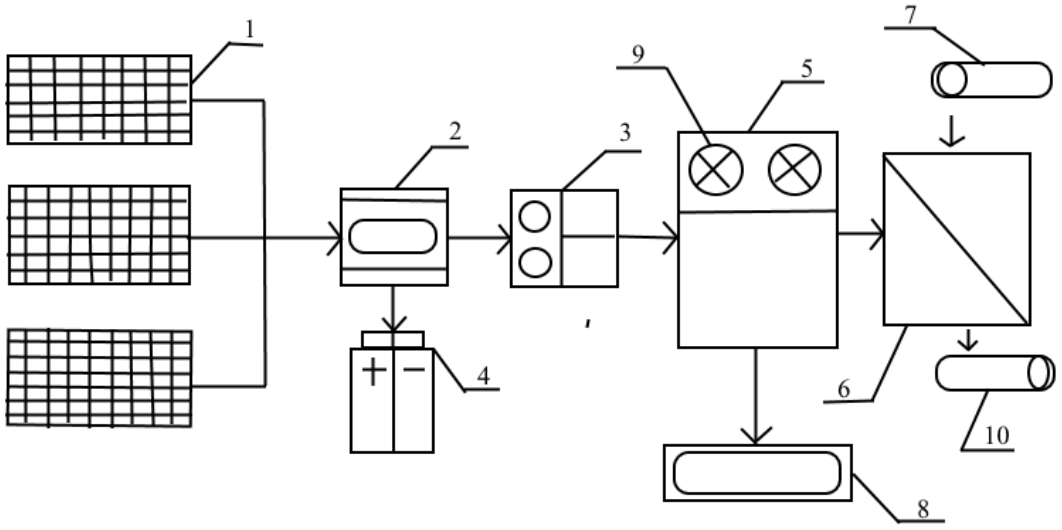


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема процесса сушки зерна с использованием гелиоустройств
1 – солнечная батарея; 2 – контроллер; 3 – инвертор; 4 – аккумулятор; 5 – калорифер; 6 – сушильная камера; 7 – загрузочный транспортер для зерна; 8 – терморегулятор; 9 – вентилятор; 10 – разгрузочный транспортер для зерна

Технологический процесс сушки зерновых культур осуществляется следующим образом: Поток электрической энергии сушки через инвертор поступает калорифер. Вместе с калорифером мы будем устанавливать терморегулятор, для регулировки необходимую нам температуру. Следующем этапе процесса сушки зерновые культуры с влажностью 36-38 % поступают в сушильную камеру, затем после подключения калорифера подается агент-сушки (нагретый воздух) с температурой 45 ^{0}C подается сперва по направлению снизу вверх через нижний отсек, после определенного времени направление агент сушки меняется через верхний отсек. Периодичность сушки за время одного реверсирования при одной температуре, составляет 12 часов – то есть 6 часов продувания снизу вверх плюс 6 часов сверху низ. За это время влажность зерна в первой ступени сушки снижается значительно.

Также, примененяется осциллирующие режимы сушки при температуре агента сушки 45^{o}C, при периодичности нагрева 6 часов и охлаждения 2 часа. В период полного охлаждения за 2 часа происходит внешний тепловлагоперенос из насыпи и влагообмен внутри зерновки и стержня. Таким образом, обеспечивается мягкий режим сушки.

Для установления эффективности нами выполнен анализ разных существующих технологий, в том числе широко известных и новых, которые можно применять для первичной обработки влажного зерна. За главный критерий взяты назначения продукции, поскольку это определяет целесообразность растраты энергии и степень обеспечения зернового рынка. Были проанализированы основные технологии и те, которые находятся на стадии научно-исследовательских работ.

Полученных научные результаты позволят, например, на крупных и малых зерноперерабатывающих предприятиях значительно повысить качество зерна и уменьшить себестоимость продукции на несколько раз, за счет использования энергоэффективной технологии сушки зерна с использованием гелиоустройств.

Применение солнечных гелиосистем дает не только экономию топлива, но и сохранить экологическую окружающую среду, также сокращает выбросы двуокиси углерода, который способствует возникновению парникового эффекта. Поэтому во всем мире нарастает тенденция применения солнечной энергии что, по мнению ученых, позволит также снизить темпы глобального потепления климата на планете.

Разработанная энергоэффективная технология и оборудование окажут существенное влияние на развитие технологий по переработке зерна на зерноперерабатывающих производствах, так как к этому является альтернативой применение гелиоустройств отечественных производителей и других стран мира.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов О., Леончик Б.И. Экономия энергии при тепловой сушке. М.: Энергоиздат, 1986. - 136 с.

2. Егоров Г.А., Мартыненко Я.Ф., Петренко Т.П. Технология и оборудование мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности. /М., МГАПП, 1996. – 210 с.

3. Кретов И.Т., Лакомов И.В. Сушка пищевых продуктов кондиционированным воздухом// Сб. научн. трудов "Модернизация существующего и разработка новых видов оборудования для пищевой промышленности". Воронеж: ВГТА. - 1995. - Вып.5. - С. 31.

4. Хазимов М.Ж. Определение термического КПД солнечной сушилки //Материали за VI международная научно-практическая конференция «Образование и наука 21 век-2010». - София: «Бел ГРАД-БГ» ООД, 2010. -Т. 17. –С.47-51.

5. А.с. № 65510. Солнечный коллектор. Абдибаттаева М.М. и др. Опубл.15.01.2010,бюл. №1.

6.Пат.17674 Республика Казахстан, МПК. Солнечная сушильная установка / Хазимов М.Ж., Ниязбаев А.К., Бекбосынов С., Оралбаев С.М., Курпенов Б.К.; заявитель и патентообладатель Хазимов М.Ж. -№2004/1477.1; заявл.22.10.2004; опубл. 13.06.26. Бюл. № . -3 с.

REFERENCES

1. Danilov O., Leonchik B.I. Saving energy by heat drying. M .: Energoizdat, 1986. - 136 p.

2. G.A. Egorov, Martynenko Y.F., Petrenko T.P. Technology and equipment for flour, cereals and animal feed industry. / M., MGAPP, 1996. - 210 p.

3. Kretov I.T., Lakomov I.V. Drying food airconditioned // Coll. Scien. works "Modernization of existing and development of new types of equipment for the food industry." Voronezh: VSTA. - 1995. - 5. - P. 31.

4. M.Zh. Hazimov Determination of the thermal efficiency of solar dryers for material // VI International scientific-practical conference "Education, Science 21st Century 2010". - Sofia: "Bel-GRAD BG" Ltd., 2010.-T. 17. -P.47-51.

5. AS № 65510. The solar collector. Abdibattaeva M.M. and others. Opubl.15.01.2010, Bul. №1.

6. Pat.17674 Republic of Kazakhstan, MPK. The solar dryer / M.Zh. Hazimov, A.K. Niyazbaev, S. Bekbosyn, S.M, Oralbai, B.K. Kurpenov.; applicant and patentee M.Zh. Hazimov -№2004 / 1477.1; zayavl.22.10.2004; publ. 13.06.26. Bull. №. -3 P.

Умбетбеков А.Т., Абдибаттаева М.М., Танабекова Г.Б., Аманкос Д.А.

Дәнді дақылдарды кептіруде күн энергиясын пайдалану

Түйіндеме. Ұсынылып отырған ғылыми-зерттеу жұмыста кептіруде энергия шығынын азайтуға және жүгері тұқым сапасын арттыруға мүмкіндік беретін жүгері тұқымын гелиоқондырғыда кептіруге пайдалану зерттелді. Күн энергиясын жинақтау және трансформациялау шарттарын анықтау және жүгері собығын кептіру процесінде күн энергиясын толық немесе ішінара пайдаланудың орындылығын бағалау.

Жалпы нәтижелер ауыл шаруашылығын дамыту үшін, әсіресе бидайды өндірумен және егумен айналысатын шағын шаруа қожалықтары үшін қызығушылық тудырады.

Ғылыми жұмыстың зерттеу мақсаты дақылдардың кептіруде ресурстық және энергетикалық шығынды азайту үшін және процестің энергия тиімділігін қамтамасыз ету үшін гелиоқондырғыларды пайдалану.

Кілтті сөздер: қайта қалпына келетін энергия, күн батареялары, гелиоқондырғы, кептіру, дән.

Umbetbekov A.T., Abdibattaeva M.M., Tanabekova G.B., Amankos D.A.

Use of solar energy in drying grain crops

Summary. In the proposed research work investigated the feasibility of drying maize seed geliodevice, which will reduce energy consumption for drying and increase the quality of the corn seed. Determination of the conditions of transformation and storage of solar energy and the assessment of the feasibility of full or partial use of solar energy in the drying process of corn cobs.

Overall, the results are of direct interest for the development of agriculture, especially for small farms involved in the production of crops and grains.

The study of scientific work is to reduce resource and energy costs of drying crops by applying geliodevice for energy efficiency of the process.

Key words: renewable energy, solar panels, geliodevice, drying, grain crops.

УДК 621.039.5

[1]И.Н. Бекман, [2]А.А. Куйкабаева, [2]А.К. Данлыбаева, [2]А.Е. Турсынбаева
([1] Ломоносов атындағы Москва Мемлекеттік Университеті, Москва
[2]Әл Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы
E-mail: a.a.kuikabaeva@mail.ru, daktolkyn-73@mail.ru)

ТЕХНЕЦИЙ-99М НЕГІЗІНДЕГІ РАДИОФАРМ ДӘРІ-ДӘРМЕКТЕРДІ ҚОЛДАНУДАҒЫ ПОЗИТРОНДЫ-ЭЛЕКТРОНДЫ ТОМОГРАФИЯ ЖӘНЕ БІРФОТОНДЫ ЭМИССИОНДЫ КОМПЬЮТЕРЛІ ТОМОГРАФИЯ НӘТИЖЕЛЕРІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕУ

Аннотация. Мақалада диагностика, терапия, хирургиялық медицинада радионуклидтарды және олармен байланысты иондаушы сәулелердің қолданылу жолдары келтірілді. Радиофарм дәрі-дәрмектерді қолданудағы позитронды-электронды томография және бірфотонды эмиссионды компьютерлі томография нәтижелерін өңдеудің математикалық моделі ұсынылды.

Кілт сөздер: ядролық медицина, изотоптар, электронды терапия, протонды терапия, пи-мезонды (пионды) терапия, радиофарм дәрі-дәрмектер, белсенділік.

Кіріспе.

Медициналық мақсатта элементар бөлшектердің жоғары энергияға дейін үдетілген электрондар, нейтрондар, пи-мезондар, сутегі иондары (протий, дейтерий, тритий), гелий иондары (α-бөлшектер), жоғарыэнергетикалық көп зарядты ауыр иондар (литий, бор, бериллий; углерод, кислород т.б.) шоғырлары қолданылуда [1].

Олардың қолданылуына байланысты корпускулярлы терапияның келесі түрлері қарастырылады.

Электронды терапия – патологиялық ошақтарды жоғары энергияға дейін үдетілген электрондар шоғырымен сәулелендіру арқылы жүзеге асатын терапия. Сәулелендіру 1 ден 45 МэВ аралығындағы электрон тудыратын сызықтық үдеткіштерде, бетатрондарда, микротрондарда сырттай жүргізіледі.

Протонды терапия – адронды терапияның бір түрі. Протонды терапия хирургиялық құрал-жабдықтарға қолжетімсіз немесе фотондық сәулеленуге төзімді аумақтарда орналасқан қатерлі пайда

болуларлармен күресуде қолдануға ыңғайлы. Ол рактың бастапқы кезінде қолданылады. Әсіресе ми, омыртқа, артериовенозды мальформация, простатта, мұрын жанындағы ісіктердің бастапқы пайда болу кезеңдерін емдеуде кеңінен қолданылады.

Пи-мезонды (пионды) терапия – теріс зарядталған пи-мезондарды қолданып жүргізілетін сәулелендіру терапиясы. Жоғары энергетикалық пиондардың өтімділікке икемділігі тереңде орналасқан ісіктерді сәулелендіруге мүмкіндік береді.

Жылдам нейтронды терапияда медициналық эффект биологиялық теріде нейтрондармен атқылау салдарынан пайда болатын протондардың иондалуынан және тасымалданатын ядроларымен туындайды.

Нейтрон-қармау терапия – бинарлы әсердің сәулелік терапиясы. Егер бор-10, литий-6, кадмий-110, гадолиний-157 бар заттарды ісіке жинап нейтрондар ағынымен сәулелендірсе ісік клеткаларын қоршап тұрған теріге аз әсер ету арқылы ісікті интенсивті жаралауға болады [2].

Реакторлы, циклотронды және генераторлы изотоптардың қолданылуы.

Ядролық физиканың медицинада қолданылуы изотоптарды топтарға бөлуге әкелді [3]. Олар реакторлы, циклотронды және генераторлы изотоптар. Реакторлы нуклидтер (^{131}J, ^{133}Xe) тұрақты нысанды реактордың нейтронды каналына орналастыру арқылы, ыдырау өнімдерін ядролық жанармайлардан бөлу арқылы немесе уранды нысаннан алады. Әдетте бұл нуклидтер жоғары радиотоксикалы, β-сәулелендіргіштер, сондықтан реакторлы радионуклидтар ядролық диагностикада қолданылмайды.

Циклотронды радионуклидтарды (^{67}Ga, ^{123}J, ^{111}In, ^{201}Tl, ^{199}Tl, ^{15}O, ^{18}F, ^{13}N) нысанды циклотронда α-бөлшектермен, протондармен немесе дейтрондармен атқылау арқылы алады. Бұл изотоптар көбіне радиодиагностикалық зерттеулер жүргізуде тиімді электронды қармау арқылы γ-сәуле шығара отырып ыдырайды. Кемшілігі өндірудің қымбаттығы.

Генераторлы радионуклидтар (^{99m}Tc, ^{113m}In, ^{81m}Kr) аз өмір сүретін және ұзақ жартылай ыдырау периодты изотоптардан пайда болатын қорғасын контейнерге (генератор) орналастырылады. Генератордың қолданылу жетістігі үлкен ара қашықтыққа қарамастан еншілес нуклидті бөле отырып диогностикалық зертханаға тасымалдауға ыңғайлылығы болып табылады.

Технецидің радиофарм дәрі-дәрмек ретінде қолданылуы.

Радионуклидті диагностикада қоданылатын барлық изотоптардың ішіндегі ең жиі қолданылатыны γ- сәулеленудің көп энергетикалық спектріне ие (140 кэВ), сцинтиграфияға ыңғайлысы ^{99m}Tc [4]. Бұл нуклид жартылай ыдырау периоды төмен болғандықтан пациенттің сәулеленуін азайтады, химиялық байланыстармен жеңіл бірігеді, зертханалық генераторда табиғи молибденді жылулық нейтрондармен сәулелендіру арқылы алынады:

$$^{98}\mathrm{Mo}(n,\gamma)^{99}\mathrm{Mo} \xrightarrow{\beta^-} {}^{99m}\mathrm{Tc} \xrightarrow{\gamma} {}^{99}\mathrm{Tc} \qquad (1)$$

Технеций негізіндігі радиофарм дәрі-дәрмектер көп қолданыс табуына орай үш топқа бөлінеді: 1) пертехнетаты натрий немесе калий; 2) Әр түрлі лигандалармен Tc(VII) жиынтығы; 3) Әр түрлі лигандалармен Tc(IV) жиынтығы. Радиофарм дәрі-дәрмектерде қолданылуында технецийдің бірнеше түрі бар.

Технеций-99*m* (6,04 сағат) – гамма-камерамен жеңіл тіркелетін, пациентке әсер ететін радиацияның деңгейін төмен болуын қамтамасыз ететін төмен энергетикалық электрондарға ие 140 КэВ энергиялы γ-кванттар көзі. ^{99m}Tc жартылай ыдырау периоды және жартылай шығарылу периоды төмен болғандықтан (бүйректі тексергенде *T*биол=15 мин) көп жағдайларда пациенттің сәулелену деңгейі флюрографиядағы сәулелену деңгейінен аспайды.

Бромезид–бауыр, өт жолын динамикалық сцинтиграфиялауға арналған [^{99m}Tc]-бромезидінің жиынтығы.

[^{99m}Tc]- нефротропты препарат. Тамыр ішіне жібергенде бүйрек түйіршіктерімен тез фильтрланады және 24 сағат ішінде ағзадан толығымен шығарылады. Бүйректегі ең жоғары концентрациясы 6 минуттан кейін болады. Сыналатын мүшелер: бүйрек және зәр шығару жолдары. Бүйректің динамикалық стинтиграфиясына, морфологиясы мен фильтрлеуіне, тас жиналу ауруларында, бүйрек туберкулезінде, пиелонефритте, қант диабетінде қолданылады.

[^{99m}Tc]-золедронды қышқыл ([^{99m}Tc]-*ZDA*, Резоскан) сцинтиграфияда алғашқы және метастатистикалық қатерлі ісікті, остеомиелитті, сүйек-буынды туберкулезді, артриттің әртүрлі пайда болулары сияқты патологиялық өзгерістер жиынтығын және таралуын анықтау үшін қолданылады.

[^{99m}Tc]-коллоид – сүйек және лимфатикалық түйіндердің сцинтиграфиясында қолданылады.

[99*m*Tc]-МАА (адамның іркіткілік альбумин макроагрегаттары) тамыр ішіне енгізгенде өкпе қылтамырларында уақытша эмболияланууын туғызады. Ішкі артериалды енгізгенде осы артерия арқылы қанмен қамтамасыз етіліп тұрған мүше

қылтамырларында тіркеледі. Сыналу мүшесі өкпе немесе зерттелетін мүше болады. Кеуденің жабық жарақатталуында қанның микроциркуляциясының бұзылуын анықтауда қолданылады.

Макротех – [^{99m}Tc]- өкпені визуализациялауға арналған альбумин макроагрегаттары.

Пентатех – ^{99m}Tc фильтрлеу жылдамдығын анықтай отырып бүйректің динамикалық сцинтиграфиясына, мидағы жаңа өзгерістерді радионуклидті ангиографиялауға және визуалдауда қолданылады.

^{99m}Tc-пертехнетат $NaTcO_4$ [^{99m}Tc]-пертехнетат ағзада йод тәрізді қызмет атқарады.

^{99m}Tc-пирофосфат – сүйекке және теріге жиналатын технецидің пирофосфат натримен қоспасы $Na_4P_2O_7$. Сүйекте максималды жиналуы 4 сағаттан кейін болады. Бүйрекпен шығарылады. Сүйек метастазының, миокард инфаркның диагностикасында, скелет сцинтиграфиясында, жұмыртқаның қатерлі ісігінде, эритроциттерді *in vivo* енгізгенде қолданылады.

[^{99m}Tc] ағза арқылы тез өту, өт жолында жоғары концентрацияға ие болуы арқылы ағзаларың аз сәулеленуі кезінде жақсы визуализациясын береді. Өт жолына тас жиналу, зәр шығару мүшелерінің, холецистит, холангиттің динамикалық сцинтиграфиясына қолданылады.

Позитронды-электронды томография және бірфотонды эмиссионды компьютерлі томографияның айырмашылығы радиоизотоптардың типінде: бірфотонды эмиссионды компьютерлі томографиялық зерттеулерде γ-сәулелену көзі болып табылатын радиофарм дәрі-дәрмектер қолданылады, позитронды-электронды томографияда b+-сәулеленулер қолданылады. Бірфотонды эмиссионды компьютерлі томографияда радионуклидтерді таңдағанда γ-квант энергиясы 60-300 кэВ аралығында болуы керек. Осы жағдайда сканирлеудің сапасы жоғары болады.

Бірфотонды томографияға қолданылатын негізгі радионуклидтер - ^{99m}Tc, ^{131}J, ^{123}J, ^{111}In. Бірфотонды эмиссионды компьютерлі томографиялық зерттеулерде радиофарм дәрі-дәрмек ретінде қолданылатын изотоптар кестеде келтірілген.

1-кесте. **Бірфотонды эмиссионды компьютерлі томографиялық зерттеулерде радиофарм дәрі-дәрмек ретінде қолданылатын изотоптар**

Зерттеу нысаны	Радионуклид	Еγ, кэВ	Т, сағат	Бадиофарм дәрі-дәрмек	Белсенділік, МБк
Сүйек тіндері	^{99m}Tc	140	6	Фосфонттар/ Биофосфонаттар	800
Миокард перфузиясы	^{99m}Tc	140	6	Тетрофосмин Сестамиби	700
Ми	^{99m}Tc	140	6	Гексаметилпро пиленаминоксим	555-1110
Өкпе	^{123}J		13	МИБГ [5]	400
Ақ клеткалар	^{111}In және ^{99m}Tc	171 және 245	67	*In vitro* лейкоциттер	18

Позитронды-электронды томография және бірфотонды эмиссионды компьютерлі томография нәтижелерін ядролық физика заңдарымен математикалық моделдеу.

Позитронды-электронды томография суретін сандақ өңдегенде пациент денесінен шыққан кездегі сәуленің жұтылуының біртексіздігін ескерген жөн. I_0 – фотонның пайда болу интенсивтілігі (фотон/с) деп алсақ, денеден шығатын ағын мына формуламен өрнектеледі:

$$I(x') = I_0 e^{-\int_0^{x'} \mu(x)\,dx} \qquad (2)$$

немесе ықтималдық ретінде алсақ

$$P_1(x') = \frac{I_2(x')}{I_0} = e^{-\int_0^{x'} \mu(x)dx} \qquad (3)$$

P_1 – $x = x'$ нүктесінен шығарылған фотон – $x = 0$ нүктесінде тіркелуінің ықтималдығы. Фотон жұбы $x = 0$ 1 детектормен және 2 детектормен $x = a$ нүктесінде тіркеледі.

Фотонның екінші детекторға бару ықтималдағы:

$$P_2(x') = \frac{I_2(x')}{I_0} = e^{-\int_0^{x'} \mu(x)\,dx} \tag{4}$$

Бір уақытта екі детектордың іске қосылу ықтималдығы:

$$P(x') = P_1(x') \cdot P_2(a - x') = e^{-\int_0^{x'} \mu(x)dx} \tag{5}$$

Сәуленің жұтылуы келесі шамамен анықталады:

$$M(x') = \int_0^a \mu(x)dx \tag{6}$$

μ(x) функциясы ортаның физикалық қасиеттеріне (атомдық нөмірі және тығыздығы) байланысты. 0,511 фотон үшін μ=0,09695 $см^{-1}$, сәуленің жартылай жұтылуы 7,15 см.

Бірфотонды томографиядан алынған нәтижені өңдеуде [6] белгілі бір көлденең қимадағы радионуклидтің таралуын $\rho(x, y)$ деп алсақ, сәулеленудің әлсіреуі болмағанда проекция И. Радонның түрлендіргішімен сипатталады:

$$R(s, \theta) = \iint_{-\infty-\infty}^{\infty\infty} \rho(x, y)\delta(x\cos\theta + y\sin\theta - \xi)\,dxdy \tag{7}$$

Сәулелендірудің әлсіреуі болған жағдайда бұл өрнек әлсіреу заңын ескере отырып модифицирленеді exp(-μ(d-s)), мұндағы

$$s = -x\sin\theta + y\cos\theta \tag{8}$$

Молибденнен тек технеций ыдырағанда оның белсенділігі

$$A_{Tc} = \frac{A_{Mo}T_{Mo}}{T_{Mo} - T_{Tc}} = \frac{67}{61}A_{Mo} = 1{,}1A_{Mo} \tag{9}$$

24 сағат (^{99m}Tc төрт жартылй ыдырау периоды) ішінде ^{99m}Tc белсенділік мүмкін белсенділік шегінің 94% құрайды.

Дөңес нысандарда x, y, θ функциясы болып табылатын d ара қашықтық нысанның сыртқы формасы арқылы анықталады. Онда

$$R(\xi, \theta, \mu) = R(\xi)\exp[-\mu d] = \iint_{-\infty-\infty}^{\infty\infty} \rho(x, y)\exp[-\mu(x\sin\theta - y\cos\theta)]\delta(x\cos\theta + \sin\theta - \xi)\,dxdy \tag{10}$$

Егер емделетін зақымданған нысан сфера тәрізді болып технеций радионуклидімен қанықса (концентрация $C_{(0)}$), тұрақты жылдамдықпен бірқалыпты таралса (радионуклид қуаты Q) ағын ісікке енгенге дейінгі (J_1) және пайда болған (J_2) ағындардың қосындысы болады [7].

$$J(t) = J_1 + J_2 = \frac{2C_{(0)}SD}{r_0}\sum_{m=1}^{\infty}\exp\frac{n^2\pi^2 Dt}{r_0^2} + SQ\,\frac{r_0}{3}\,\frac{2r_0}{\pi^2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n^2}e^{\frac{n^2\pi^2 Dt}{r_0^2}} \tag{11}$$

Қорытынды.

Мақалада позитронды-электронды томография және бірфотонды эмиссионды компьютерлі томография нәтижелерін ядролық физика заңдарымен математикалық моделдеу жолдары ұсынылды. Радиофарм дәрі-дәрмектер жасауда технецидың қолданылуының себептері анықталды:

• Электронды конфигурациясы 4*d*65*s*1 бола отырып әр түрлі лигандтар санымен жылдам қосылысқа түсуі;

• Жиынның химиялық табиғатын анықтаушы негізгі шамасы қышқылдану деңгейі +1 - +7 аралығында болуы;

• Координациялық саны 4-тен 7-ге дейін ауысуы;

• Координациялық байланысты сигма және пи-электрондар арқылы құрайды;

• Тетраэдрлы (*N*=4), тетрагонды пирамидалы (*N*=5), октаэдрлы (*N*= 6), кэпоктаэдрлы (*N*=7), пентагонды бипирамидалы (*N*=7) геометриясы;

• Молекуланың элекрт заряды (*Z*) жиынға аниондық (*Z*=-1), нейтралды (*Z*=0) немесе катионды (*Z*=+1) сипат бере алатынына негізделген.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Saha G.B.//Physics and radiobiology of nuclear medicine//3 ed.//Springer//2009/320 p

2. Nuclear Medicine In Radiological Diagnosis //Peters A.M. Ed.//Martin Dunitz//2003,820 p

3. Терновой С.К., Синицын В.Е.//Методы лучевой диагностики//Учеб.пособие// ГЭОТАР-Медиа //2010, 304 с.

4. Nuclear medicine board review. Question and answers for selfassessment//Goldfarb C.R., Ongseng F.,Cooper J., Karam M., Cooper J.A.Eds.// 2 ed.//Thieme//2007, 150 p.

5. Technetium-99m Pharmaceuticals Preparation and Quality Control in Nuclear Medicine online//L.Zolle Ed.//Springer//2006, 345 p.

6. Бекман И.Н. Радиационная и ядерная медицина: физические и химические аспекты Учебное пособие том 7// Онтопринт//М: 2012. 400с.

7. Бекман И.Н., Тажибаева И.Л., Куйкабаева А.А., Бунцева И.М. Математическое моделирование процессов выгорания, генерации и выделения трития в условиях реакторного облучения // Вестник КазНУ. Серия физическая-2008. -№1 (25). –С.109-117

Бекман И.Н., Куйкабаева А.А., Данлыбаева А.К., Турсынбаева А.Е.

Математическое моделирование результатов позитронно-электронной томографии и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии при использовании радиофарм-препаратов на основе технеций-99М

Резюме. Приведены пути использования радионуклидов и связанных с ними ионизирующих излучений в медицине для целей диагностики терапии и хирургии. Предложена математическая модель, которая позволяет обрабатывать результаты позитронно-электронной томографии и однофотонной компьютерной томографии при использовании радиофармпрепаратов.

Ключевые слова: ядерная медицина, изотопы, электронная терапия, протонная терапия, пи-мезонная (пионная) терапия, радиофармпрепараты, активность.

Bekman I.N., Kuikabaeva A.A., Danlybaeva A.K., Tursynbaeva A.E.

Mathematical modeling of the results of positron-electron tomography and single photon emission computed tomography during using radiofarm drugs on the basis of technetium-99M

Summary. The article describes the using way of radionuclides and related ionizing radiation in medicine for diagnostic purposes in therapy and surgery. It was proposed the mathematical model, which allow to handle the results of positron-electron tomography and single photon computed tomography during using radiofarm drugs.

Key words: nuclear medicine, isotopes, electron beam therapy, proton therapy, pi-mesons (pions) therapy, radiopharmaceuticals, activity.

К 621.318.3

А.П. Кругликов, М. Камалов
(Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ АГРЕГАТ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ГАЗОВЫХ ТРУБ

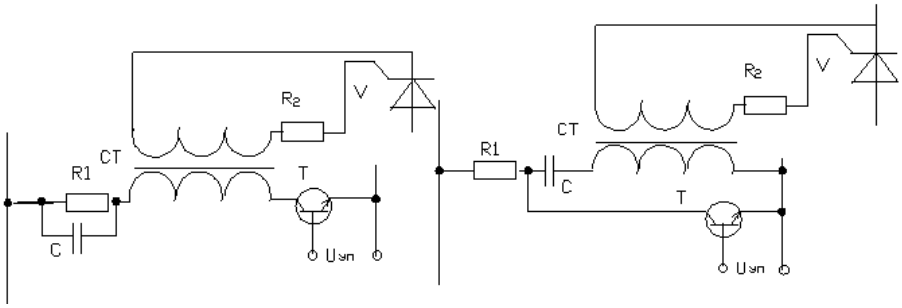
Аннотация. Показаны недостатки элементов системы управления тиристорами в преобразовательном агрегате. Предложено схемное решение узла в системе управления, не имеющее указанных недостатков. Схемное решение защищено авторским свидетельством, Разработан преобразовательный агрегат для электрохимической защиты газовых труб. Система регулирования выпрямителем обеспечивает стабилизацию выходного напряжения и тока нагрузки.

В настоящее время транспортирование газа, нефти и других материалов осуществляется посредством металлических труб. Основной проблемой при эксплуатации металлических труб является их коррозия. Она приводит к преждевременному износу агрегатов, установок, линейной части трубопроводов, сокращает межремонтные сроки оборудования, вызывает дополнительные потери транспортируемого продукта.

Способы защиты трубопроводов от наружной коррозии подразделяются на пассивные и активные. Активные методы защиты трубопроводов от коррозии применяются в сочетании с пассивными методами.

Наибольшая эффективность защита трубопроводов от коррозии достигается посредством электрохимической защиты. В состав электрохимической защиты входят: источник постоянного тока (управляемый выпрямитель), анодный заземлитель, система контроля параметров, соединительные провода и кабели. От надежности работы этих элементов в значительной мере зависит продолжительность эксплуатации газовых труб. Практика эксплуатации устройств электрохимической защиты показывает, что наибольшее число отказов приходится на управляемый выпрямитель, в основном, на выходной каскад системы импульсно-фазового управления (СИФУ). Принципиальная схема этого узла, используемого в большинстве станций электрохимической защиты, показана на рисунке 1а.:

При повреждении транзистора Т резистор R1 не ограничивает ток транзистора Т на допустимом уровне. В этом случае импульсный трансформатор СТ выходит из строя. Зависимость мощности управляющего импульса от величины напряжения источника питания также является недостатком этой схемы.



а б

Рис. 1. Схемы выходного каскада СИФУ

В модернизированном преобразовательном агрегате (рисунок 2) выходной каскад выполнен по схеме, приведенной на рисунке 1,б.[1]. В этой схеме управляющий импульс формируется в основном энергией, запасенной в конденсаторе С1. Следовательно, величина напряжения и мощность управляющего импульса не зависят от мощности источника питания, транзистор Т защищен резистором R1, величина сопротивления которого может выбираться, в основном, с учетом надежной защиты первичной обмотки импульсного трансформатора СТ. В случаях пробоя транзистора Т, первичная обмотка трансформатора СТ отделена от источника питания еще и конденсатором С1.

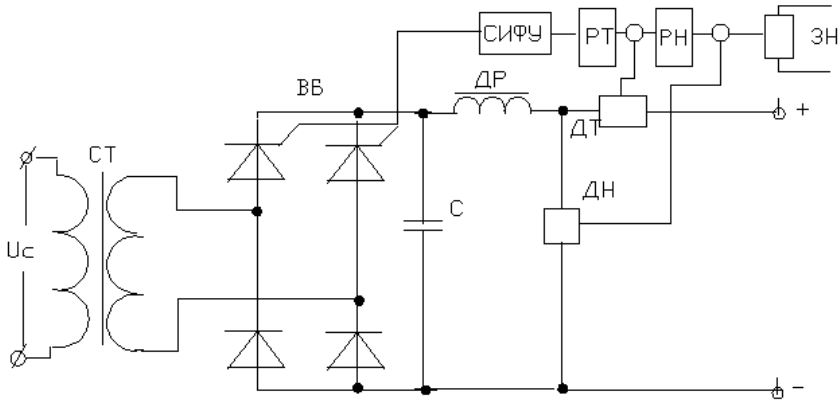


Рис. 2. Упрощенная схема преобразовательного агрегата

Управляемый выпрямитель в преобразовательном агрегате выполнен по несимметричной однофазной мостовой схеме. Для сглаживания пульсаций напряжения и тока на выходе выпрямителя установлены дроссель и конденсатор..

Двухконтурная система управления выпрямителем позволяет, в зависимости от требований, стабилизировать ток нагрузки или выходное напряжение выпрямителя на заданном уровне.

Система стабилизации указанных параметров (рисунок 3) реализована на операционных усилителях. Передаточная функция выпрямителя может быть представлена безинерционным звеном. Длительный характер переходных процессов и отсутствие инерционных элементов в нагрузке выпрямителя упрощают настройку регуляторов в системе регулирования.

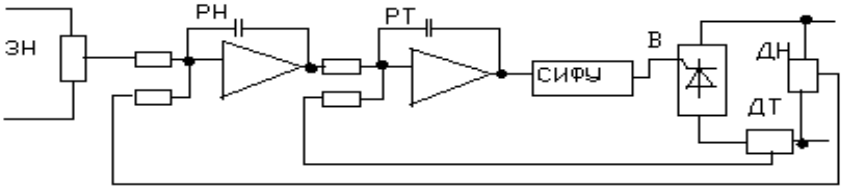


Рис. 3. Структурная схема системы стабилизации тока и напряжения выпрямителя

Рассмотренная схема испытана в лабораторных и производственных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кругликов А.П. Устройство для формирования управляющих импульсов.Авторское свидетельсво №354538.Бюл. изобр.№36, 1972 г.

2 Коршак А.А., Нечваль А.М. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов. СПб.: Недра, 2008. – 488 с.

3 Справочник инженера по эксплуатации нефтегазопроводов и продуктопроводов. М.:Инфра-Инженерия, 2006. – 928 с.

REFERENCES

1 Kruglikov A.P. An apparatus for generating control pulses . Copyright certificate №354538. Bulletin inventions №36, 1972

2 Korshak A.A., Nechval A.M. Design and operation of oil and gas pipelines . SPb .: Nedra, 2008. - 488 p.

3 Reference book of engineer on the exploitation of Oil-gas wire and products-wire. M .: Infra-Engineering. 2006. - 928 p.

Кругликов А.П., Камалов М.К.

Газ құбырларының электрохимиялық қорғанысы үшін арналған түрлендіргіш агрегат

Түйіндеме. Газ құбырлары пайдалану кезінде коррозияға ұшырайды. Металдарды коррозиядан сақтаудың көптеген тәсілдері бар. Олардың арасында электрохимиялық қорғаныс ең тиімді болып келеді. Осы қорғаныс түрінің басты элементі түрлендіргіш қондырғы болып табылады. Агрегаттарды пайдаланудын тәжірибесі құрылғылардын қорғанысы істен шығуына түзеткіштің басқару жүйесінің сенімділігі төмен болатынын көрсетеді. Түрлендіргіштін істен шығуынын жоққа шығаратын сенімді түйіннің жаңа сұлбалық шешімі көрсетілген.газ құбырларының қорғанысы үшін арналған түрлендіргіш қондырғысының жаңа жүйесі өңделген.

Түйін сөздер: Басқарылатын түзеткіш, анодты тежеугіш, газ құбырларының катодты қорғанысы.

Kruglikov A.P., Kamalov M.K.

The converter unit for electrochemical protection of gas pipes.

Summary. During an operation, gas pipes are subjected to corrosion. There are many ways to protect metals from corrosion. The most effective method is electrochemical. The main element of this type of protection is the converter unit. The practice of these units indicates that the low reliability of rectifier acts as a main failure as protection devices. A new schematic solution for a unreliable node, which prevents the failures as the rectifier has been protected. For protection as gas pipers, a new system of conversion unit has been produced.

Key words: controlled rectifier, anode moderator, cathode protection of gas pipes.

УДК 622.268

[1]Х.А. Сарсенбаев, [2]Ж.К. Шуханова, [2]З.А. Ибрагимова, [1]Г.К. Шегенова
([1]М.Әуезов атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан Республикасы
[2] Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, Алматы, Қазақстан Республикасы)

МҰНАЙДЫҢ ҚАТУ ТЕМПЕРАТУРАСЫНА АСФАЛЬТШАЙЫРЛЫ ШӨГІНДІ ЗАТТАРДЫҢ ӘСЕР ЕТУІН АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН КОЭФФИЦИЕНТТІ ЕСЕПТЕУ

Аңдатпа. Берілелген мақалада біз асфальтпарафиндік шөгінділердің қалыптасуына асфальтендісмолалық заттардың әсері зерттедік, біз мұнайдағы мөлшеріне байланысты асфальтендік заттардың әсер етуін ескеретін, коэффициентті алдық.

Арнайы сөздер: шайыр, парафин, мұнай, асфальті шайырлы.

Қазіргі уақытта Қазақстанда кенорындарының 90 пайызынан көбінде асфальтпарафиндік заттардың (АПЗ) қалыптасу мәселесі туындап отыр, ол өз кезегінде мұнай қабаттынан мұнайды алу кезінде мұнайсалалық қондырғының жағдайына әсер етеді [1,2]. Асфальт шайырлы шөгінділердің (АШШ)қатысуымен жүретін химиялық және физико-химиялық процесстер жүйелік сипатта болады [3,4].

Жоғарыда аталған (АШШ) – ға тәуелді жағдайларды ескере отырып, ұңғымада асфальтшайырлы парафинді шөгінділердің (АШПШ)қалыптасуына қысымның әсер ету сипатын анықтау қажет.

Смолалардың әсерінің мәнін анықтау кезінде, біз қалқымалы бөлшектердің $C_{прояв.(с)}$ пайда болуы , қалқымалы бөлшектердің $C_{вып.(с)}$ түзілуі және парафин құрамды заттардың $C_{крис.(с)}$ толық кристалдануы кезінде бірдейбензиндік фракциялы болатындығын анықтадық, осылай АШПШ жою мүмкіндігі болатын қалған фракциялар үшін де осылай болады.

Қалқымалы бөлшектердің пайд болуы кезінде, асфальтендісмолалық заттардың (АШЗ) әсерін зерттеу кезінде, мен берілген түрдегі теңдікті ұсынамын:

$$C_{прояв(с)} = \frac{T_{1прояв(п:с)} - 273K}{T_{1прояв(п)} - 273K} = \frac{T_{2прояв(п:с)} - 273K}{T_{2прояв(п)} - 273K} = \frac{T_{2прояв(п:с)} - 273K}{T_{2прояв(п)} - 273K} = \\ = C_{прояв(1)} - (c-1)\cdot K_{прояв.смол} \quad (1)$$

мұндағы

$$C_{прояв(1)} = \frac{T_{1прояв(п:с=2)} - 273K}{T_{1прояв(п:с=1)} - 273K} = \frac{T_{2прояв(п:с=2)} - 273K}{T_{2прояв(п:с=1)} - 273K} = \frac{T_{2прояв(п:с=2)} - 273K}{T_{2прояв(п:с=1)} - 273K} \quad (2)$$

$$K_{прояв.смол} = C_{прояв.(с)} - C_{прояв.(с-1)} \quad (3)$$

1-кестеде келтірілген мәндерді (1)-ші теңдікке қойып, біз берліғн типтегі теңдікті аламыз:

$$C_{прояв(с)} = 1{,}355671556 - (c-1)\cdot 0{,}00096816$$

Парафиннің қалқымалы бөлшектерінің түзілуіне асфальтпарафиндік заттардың (АПЗ) әсерін анықтау бойынша зерттеулерді жүргізген кезде, мен төмендегідей теңдікті ұсындым:

$$C_{вып(с)} = \frac{T_{1вып(п:с)} - 273K}{T_{1вып(п)} - 273K} = \frac{T_{2вып(п:с)} - 273K}{T_{2вып(п)} - 273K} = \frac{T_{2вып(п:с)} - 273K}{T_{2вып(п)} - 273K} = \\ = C_{вып(1)} - (c-1)\cdot K_{вып.смол} \quad (4)$$

мұнда

$$C_{вып(1)} = \frac{T_{1вып(п:с=2)} - 273K}{T_{1вып(п:с=1)} - 273K} = \frac{T_{2вып(п:с=2)} - 273K}{T_{2вып(п:с=1)} - 273K} = \frac{T_{2вып(п:с=2)} - 273K}{T_{2вып(п:с=1)} - 273K} \quad (5)$$

$$K_{вып.смол} = C_{вып.(с)} - C_{вып.(с-1)} \quad (6)$$

1-кестеде зерттелетін ерітіндіде парафиннің және асфальтендіксмолалық заттардың пайыздық мөлшерін анықтау кезінде парафиннің бөлшектерінің пайда болуына асфальтендіпарафиндік заттардың әсері бойынша зерттеулерді жүргізген кездегі алынған мәндер келтірілген.

1-кесте. **Мұнайдың құрамында болатын табиғи еріткіштердегі АСПО-ның пайда болуына асфальтендісмолалық заттардың әсері бойынша.**

с, %	$T_{1прояв(п)}$, K	$T_{2прояв(п)}$, K	$T_{3прояв(п)}$, K	$T_{1прояв(п:с)}$, K	$T_{2прояв(п:с)}$, K	$T_{3прояв(п:с)}$, K	$C_{прояв(с)}$	$K_{прояв.смол}$
1	283	285,1	282,7	286,6	289,4	286,2	1,355671556	0,00096816
2	283	285,1	282,7	286,5	289,4	286,1	1,354703396	0,00096816
3	283	285,1	282,7	286,5	289,4	286,1	1,353735236	0,00096816
4	283	285,1	282,7	286,5	289,4	286,1	1,352767076	0,00096816
5	283	285,1	282,7	286,5	289,4	286,1	1,351798916	0,00096816
6	283	285,1	282,7	286,5	289,3	286,1	1,350830756	0,00096816
7	283	285,1	282,7	286,5	289,3	286,1	1,349862596	0,00096816
8	283	285,1	282,7	286,5	289,3	286,1	1,348894436	0,00096816
9	283	285,1	282,7	286,5	289,3	286,1	1,347926276	0,00096816
10	283	285,1	282,7	286,5	289,3	286,1	1,346958116	0,00096816
11	283	285,1	282,7	286,5	289,3	286,1	1,345989956	0,00096816
12	283	285,1	282,7	286,5	289,3	286,0	1,345021796	0,00096816
13	283	285,1	282,7	286,4	289,3	286,0	1,344053636	0,00096816
14	283	285,1	282,7	286,4	289,3	286,0	1,343085476	0,00096816
15	283	285,1	282,7	286,4	289,2	286,0	1,342117316	0,00096816
16	283	285,1	282,7	286,4	289,2	286,0	1,341149156	0,00096816
17	283	285,1	282,7	286,4	289,2	286,0	1,340180996	0,00096816
18	283	285,1	282,7	286,4	289,2	286,0	1,339212836	0,00096816
19	283	285,1	282,7	286,4	289,2	286,0	1,338244676	0,00096816
20	283	285,1	282,7	286,4	289,2	286,0	1,337276516	0,00096816

2-кестеде зерттелетін ерітіндідегі асфальтендісмолалық заттар мен парафиннің белгілі бір пайыздық мөлшері кезіндегі парафиннің бөлшектерінің пайда болуына асфальтендісмолалық заттардың әсерін зерттеуді жүргізу кезіндегі алынған мәндер көрсетілген.

2-кестедегі аталған мәндерді (4)-теңдікке қоя отырып, біз берілген түрдегі теңдікті аламыз:

$$C_{вып(с)} = 1{,}527674 - (c-1) \cdot 0{,}00945088$$

2-кесте. **Мұнайдың құрамындағы табиғи еріткіштердегі АСПО-ның пайда болуына асфальтендісмолалық заттардың әсері бойынша**

с, %	$T_{1вып(п)}$, K	$T_{2вып(п)}$, K	$T_{3вып(п)}$, K	$T_{1вып(п:с)}$, K	$T_{2вып(п:с)}$, K	$T_{3вып(п:с)}$, K	$C_{вып(с)}$	$K_{вып.смол}$
1	281	283,5	281,5	285,2	289,0	286,0	1,527674	0,00945088
2	281	283,5	281,5	285,1	288,9	285,9	1,51822312	0,00945088
3	281	283,5	281,5	285,1	288,8	285,8	1,50877224	0,00945088
4	281	283,5	281,5	285,0	288,7	285,7	1,49932136	0,00945088
5	281	283,5	281,5	284,9	288,6	285,7	1,48987048	0,00945088
6	281	283,5	281,5	284,8	288,5	285,6	1,4804196	0,00945088
7	281	283,5	281,5	284,8	288,4	285,5	1,47096872	0,00945088
8	281	283,5	281,5	284,7	288,3	285,4	1,46151784	0,00945088
9	281	283,5	281,5	284,6	288,2	285,3	1,45206696	0,00945088
10	281	283,5	281,5	284,5	288,1	285,3	1,44261608	0,00945088
11	281	283,5	281,5	284,5	288,0	285,2	1,4331652	0,00945088

12	281	283,5	281,5	284,4	287,9	285,1	1,42371432	0,00945088
13	281	283,5	281,5	284,3	287,8	285,0	1,41426344	0,00945088
14	281	283,5	281,5	284,2	287,8	284,9	1,40481256	0,00945088
15	281	283,5	281,5	284,2	287,7	284,9	1,39536168	0,00945088
16	281	283,5	281,5	284,1	287,6	284,8	1,3859108	0,00945088
17	281	283,5	281,5	284,0	287,5	284,7	1,37645992	0,00945088
18	281	283,5	281,5	283,9	287,4	284,6	1,36700904	0,00945088
19	281	283,5	281,5	283,9	287,3	284,5	1,35755816	0,00945088
20	281	283,5	281,5	283,8	287,2	284,5	1,34810728	0,00945088

Парафиндік заттардың толық кристализациясына асфальтшайырлы заттардың (АШЗ) әсерін меңгеру бойынша зерттеулерді жүргізу кезінде, мен берілген түрдегі теңдікті ұсындым:

$$C_{крис(c)} = \frac{T_{1крис(n:c)} - 273K}{T_{1крис(n)} - 273K} = \frac{T_{2крис(n:c)} - 273K}{T_{2крис(n)} - 273K} = \frac{T_{2крис(n:c)} - 273K}{T_{2крис(n)} - 273K} = \\ = C_{крис(1)} - (c-1) \cdot K_{крис.смол} \quad (7)$$

мұндағы

$$C_{крис(1)} = \frac{T_{1крис(n:c=2)} - 273K}{T_{1крис(n:c=1)} - 273K} = \frac{T_{2крис(n:c=2)} - 273K}{T_{2крис(n:c=1)} - 273K} = \frac{T_{2крис(n:c=2)} - 273K}{T_{2крис(n:c=1)} - 273K} \quad (8)$$

$$K_{крис.смол} = C_{крис.(c)} - C_{крис.(c-1)} \quad (9)$$

3-кестеде зерттелетін ерітіндідегі асфальтендісмолалық заттар мен парафинннің белгілі бір пайыздық мөлшері кезіндегі парафинменқанықтырылған ерітіндінің кристализациясына асфальтендісмолалық заттардың әсері бойынша зерттеулерді жүргізу кезіндегі мәндер келтірілген.

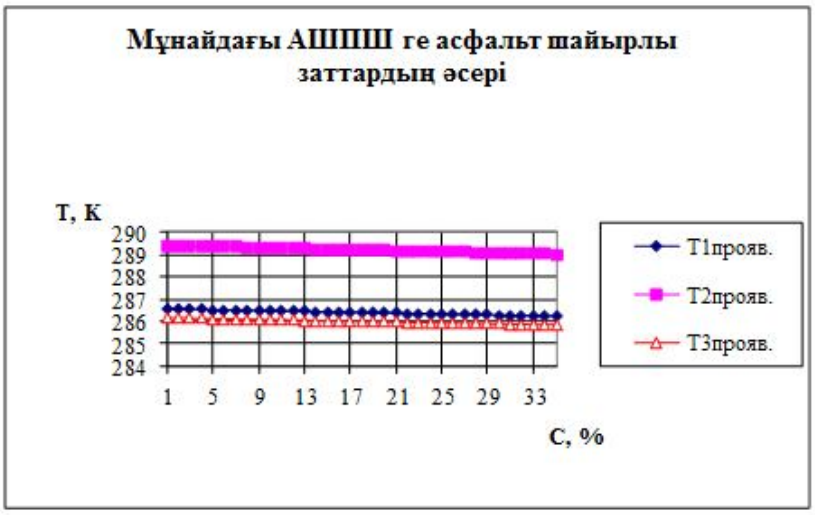
3-кесте. **Мұнайдың құрамында болатын табиғи еріткіштердегі АСПО-ның кристализациясына асфальтендісмолалық заттардың әсері бойынша**

c, %	$T_{1крис(n)}$, K	$T_{2крис(n)}$, K	$T_{3крис(n)}$, K	$T_{1крис(n:c)}$, K	$T_{2крис(n:c)}$, K	$T_{3крис(n:c)}$, K	$C_{крис(c)}$	$K_{крис.смол}$
1	273,4	273,6	276,5	274,3	274,9	284,1	3,177470001	0,04275281
2	273,4	273,6	276,5	274,3	274,9	284,0	3,134717191	0,04275281
3	273,4	273,6	276,5	274,2	274,9	283,8	3,091964381	0,04275281
4	273,4	273,6	276,5	274,2	274,8	283,7	3,049211571	0,04275281
5	273,4	273,6	276,5	274,2	274,8	283,5	3,006458761	0,04275281
6	273,4	273,6	276,5	274,2	274,8	283,4	2,963705951	0,04275281
7	273,4	273,6	276,5	274,2	274,8	283,2	2,920953141	0,04275281
8	273,4	273,6	276,5	274,2	274,7	283,1	2,878200331	0,04275281
9	273,4	273,6	276,5	274,1	274,7	282,9	2,835447521	0,04275281
10	273,4	273,6	276,5	274,1	274,7	282,8	2,792694711	0,04275281
11	273,4	273,6	276,5	274,1	274,7	282,6	2,749941901	0,04275281
12	273,4	273,6	276,5	274,1	274,6	282,5	2,707189091	0,04275281
13	273,4	273,6	276,5	274,1	274,6	282,3	2,664436281	0,04275281
14	273,4	273,6	276,5	274,0	274,6	282,2	2,621683471	0,04275281
15	273,4	273,6	276,5	274,0	274,5	282,0	2,578930661	0,04275281
16	273,4	273,6	276,5	274,0	274,5	281,9	2,536177851	0,04275281
17	273,4	273,6	276,5	274,0	274,5	281,7	2,493425041	0,04275281
18	273,4	273,6	276,5	274,0	274,5	281,6	2,450672231	0,04275281
19	273,4	273,6	276,5	274,0	274,4	281,4	2,407919421	0,04275281
20	273,4	273,6	276,5	273,9	274,4	281,3	2,365166611	0,04275281

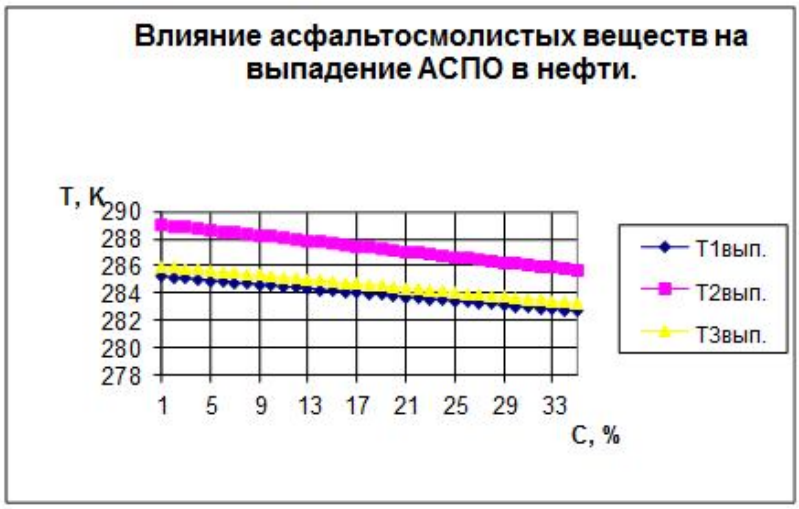
3-кестедегі аталған міндерді (7) - теңдікке қойып, біз келесі түрдегі теңдікті аламыз:

$$C_{крис(c)} = 3{,}177470001 - (c-1) \cdot 0{,}04275281$$

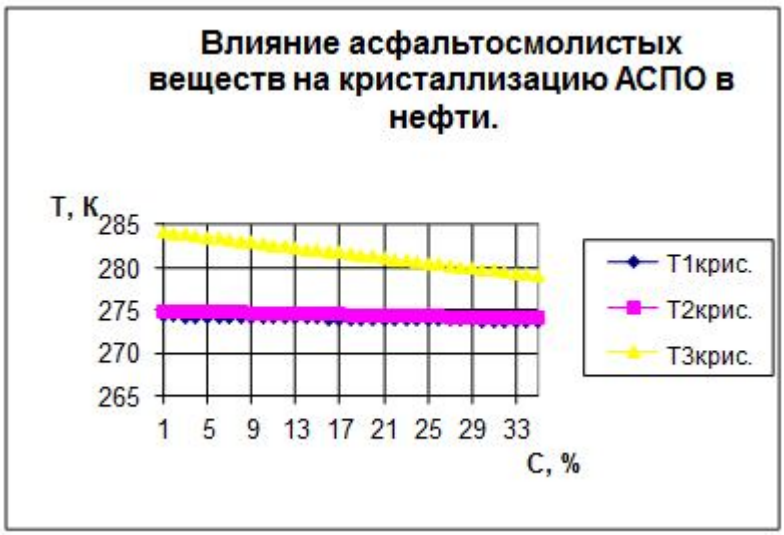
1,2,3-суреттерде АСВ-ның пайыздық мөлшерін ескерумен АСПО-ның қалыптасуына асфальтосмолалық заттардың әсері.



1-сурет. Мұнайдың құрамында болатын табиғи еріткіштердегі смоланың белгілі бір пайыздық мөлшерінде АШПШ-ның пайда болуы.



2-сурет. Мұнайдың құрамында болатын табиғи еріткіштердегі смоланың белгілі бір пайыздық мөлшерінде АШПШ-дың пайда болуы.



3-сурет. Мұнайдың құрамында болатын табиғи еріткіштердегі смоланың белгілі бір пайыздық мөлшерінде АСПО-ның кристалдануы .

Осындай әдіспен, АШЗ-дың АШПШ-дің қалыптасуына әсері зерттелді. Сонымен қатар, АШПШ-дың қалыптасуына АШЗ-ның әсерінің теңдігі алынды. АСВ АСПО-ның қалыстасуына кері, сонымен қатар оң әсер етеді. Мұнайда АШЗ-дың жоғары мөлшерінің болуы СКҚ-дың ішкі қабырғаларында АШПШ-дың жылдам жоғарылауына және де СКҚ-дың өту қимасының төмендеуіне алып келеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1.Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. - М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", С. 653. 2000 ил.

2.Доломатов М.Ю., Телин А.Г. и др. Физико-химические основы направленного подбора растворителей асфальтосмолистых веществ // Отчет центрального научно-исследовательского института ЦНИИТЭнефтехим, 1990 г.- С.35.

3.Ибрагимов Г.З., Сорокин В.А., Хисамутдинов Н.И. Химические реагенты для добычи нефти: Справочник рабочего. - М.: Недра, 1986.- С.240.

4.Голонский П.П. Борьба с парафином при добыче нефти. - М.: Гостоптехиздат, 1960. – С.88

REFERENCES

1. Persiansev M.N. Naftas ieguve pārbaude sarežģītākos apstākļos. - Pm: SIA "Dzīles-Bisnescentr", 2000. – S.653 s: il.

2. Dolomanov M.Yu, Telin A. G. un citas Fizikāli-ķīmiskie pamati virziena izvēles šķīdinātāju асфальтосмолистых vielu // Ziņojumu centrālā zinātniski pētnieciskā institūta SNIIT Eneftehim, 1990. gadā – S.35.

3. Ibragimov G. Z., V. Sorokins A., Hisamutdinov N.Un. Ķīmiskie reaģenti, lai naftas ieguves, Atsauce darba. - Pm: Dzīles, 1986.-S.240.

4. Golonskii P.P. Cīņa ar parafīnu, kad naftas ieguves. - Pm: Gostoptehizdat, 1960. – S.88.

Сарсенбаев Х.А., Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А., Шегенова Г.К.

Расчет коэффициента для определения влияния асфальтосмолистых веществ на температуру застывания нефти.

Резюме. На данный момент в Республике Казахстан более 90 процентов нефтяных месторождении имеют проблему образования асфальтосмолопарафинистых веществ (АСПВ), которые в свою очередь оказывают влияние на состояние нефтепромыслового оборудования при добычи нефти из нефтяных пластов [1,2]. Химические и физико-химические процессы с участием АСВ носят системный характер [3,4].

Ключевые слова: отложений, парафин, нефть, асфальтовязкие.

Sarsenbaev Ch.A., Shuhanova Zh.K., Ibragimova Z.A., Shegenova G.K.

The ratio calculation to determine the effect of asphaltene substances on the freezing temperature of oil.

Summary. In given to clause the influence of asphalt pitch of substances on education of asphalt pitch paraffin of adjournment is investigated, we receive factor asphalt, taking into account influence, pitch of substances on education of asphalt pitch paraffin of adjournment depending on the contents in petroleum.

Key words: deposits, paraffin, oil, parafinny adjournment.

УДК 622.272

[1]Сарсенбаев Х.А., [2]Шуханова Ж.К., [2]Ибрагимова З.А., [1]Шегенова Г.К.
([1]М.Әуезов атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан Республикасы
[2] Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, Алматы, Қазақстан Республикасы)

МҰНАЙДЫҢ ҚАТУ ТЕМПЕРАТУРАСЫНА ДИЗЕЛЬДІК ФРАКЦИЯНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Асфальті шайырлы парафинді шөгінділердің қалыптасуы мұнайдың фракциялық құрамына байланысты болады. Қазақстанның мұнайының фракциялық құрамын анықтау барасында жеңіл фракциялардың нысаны болып дизельдік фракция табылатындығы анықталды. Аталған факторды ескеріп дизельдік фракцияның мұнайды асфальті шайырлы парафинді шөгінділердің қалыптасуына әсерін анықтау қажет.

Арнайы сөздер: дизель, фракция, асфальті шайырлы парафинди шөгінділер.

Асфальті шайырлы парафинді шөгінділермен күресу шөгіндінің қалыптасуының алдын алу мен оларды жою жұмыстарын жүргізуді қарастырады [1, 2].

Бірақ кенорындардың игерілуінің әртүрлігімен алынатын өнімнің әртүрлі сипаты жеке қарастыруды және де жаңа технологиялардың тұрғызылуын қажет етеді [3,4].

Бұл әдістердің бірі болып химиялық әдіс табылады, ол алынатын өнімге аталған шөгінділердің қалыптасуының алдын алатын және кейде төмендететін химиялық қосылыстарды ендіруден тұрады [5]. Парафиндердің шөгуінің ингибиторларының әсер етуінің негізінде құбырлар металының беті мен сұйық фазасының арасындағы шекарада жүретін, адсорбциялық процесстер жатады [6,7].

Асфальті шайырлы парафинді шөгінділердің қалыптасуы мұнайдың фракциялық құрамына байланысты болады. Қазақстанның мұнайының фракциялық құрамын анықтау барасында жеңіл фракциялардың нысаны болып дизельдік фракция табылатындығы анықталды. Аталған факторды ескеріп дизельдік фракцияның мұнайды асфальті шайырлы парафинді шөгінділердің қалыптасуына әсерін анықтау қажет.

Дизельдік фракцияда парафиннің пайда болу заңдылығын анықтау кезінде, түзету коэффициенттері бар теңдіктер алынды, олар парафиннің пайыздық мөлшеріне байланысты өзгереді. Бұл кезде, сонымен қатар, түзету коэффициентінің өзгеруі дизельдік ерітіндіде парафиннің бөліну температурасын зерттеу кезінде алынған мәндерге жақындауға мүмкіндік берді.

$$T_{3прояв.(n)} = T_{3прояв.(1)} + (n-1)\cdot(1{,}08125 + (n-1)\cdot K_{1-100}) + 273K \quad (1)$$

Қосымша коэффициенттің $K_{1\text{-}100}$ әртүрлі мәндері болуы мүмкін. Коэффициенттің $K_{1\text{-}20}$ бірінші мәні дизель ерітіндісінде парафиннің 1-ден 20-ға дейінгі мөлшерінде пайдаланылады және ол 0,0014-ке тең болады.

$$\begin{aligned} &T_{3прояв.(n)} = T_{3прояв.(1)} + (n-1)\cdot(1{,}08125 + (n-1)\cdot K_{1-20}) + 273K \\ &T_{3прояв.(1)} + (n-1)\cdot(1{,}08125 + (n-1)\cdot 0{,}0014) + 273K \end{aligned} \quad (2)$$

Сәйкесінше, бастапқы дизельдік фракцияда парафиндік қосылыстарды 21-25% ұстау үшін 0,17 коэффициенті минус таңбасымен пайдаланылады.

$$\begin{aligned} &T_{3прояв.(n)} = T_{3прояв.(1)} + (n-1)\cdot(1{,}08125 + 20\cdot K_{1-20} + (n-20)\cdot K_{21-25}) + 273K = \\ &= T_{3прояв.(1)} + (n-1)\cdot(1{,}10925 + (n-20)\cdot(-0{,}17)) + 273K \end{aligned} \quad (3)$$

(-0,0105) және (-0,01408) коэффициенттерінің мәндері сәйкесінше дизельдік фракцияда парафиндік қосылыстардың 26-75% и 76-100% мөлшерінде пайдаланылады.

$$\begin{aligned} &T_{3прояв.(n)} = T_{3прояв.(1)} + (n-1)\cdot(1{,}10925 + 5\cdot K_{21-25} + (n-25)\cdot K_{26-75}) + 273K = \\ &= T_{3прояв.(1)} + (n-1)\cdot(0{,}35925 + (n-25)\cdot(-0{,}0105)) + 273K \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} &T_{3прояв(n)} = T_{3прояв(1)} + (n-1)\cdot(0{,}35925 + 50\cdot K_{26-75} + (n-75)\cdot K_{76-100}) + 273K = \\ &= T_{3прояв(1)} + (n-1)\cdot((-0{,}16575) + (n-75)\cdot 0{,}01428) + 273K \end{aligned} \quad (5)$$

Жоғарыда келтірілген теңдіктерден алынған мәндерді дөңгелектеп 1-кестеде көрсетілген мәндерді алуға болады.

1-кесте. **Дизельдік фракциядан парафиндердің бөліну температурасы.**

n, %	$T_{3прояв.}$,К	*n*, %	$T_{3прояв.}$,К	*n*, %	$T_{3прояв.}$,К	*n*, %	$T_{3прояв.}$,К
1	282,7	26	306,7	51	314,4	76	321,2
2	283,8	27	307,0	52	314,8	77	321,3
3	284,9	28	307,3	53	315,2	78	321,5
4	285,9	29	307,5	54	315,6	79	321,8
5	287,0	30	307,8	55	315,9	80	322,0

6	288,1	31	308,0	56	316,3	81	322,2
7	289,2	32	308,3	57	316,6	82	322,5
8	290,3	33	308,5	58	317,0	83	322,7
9	291,4	34	308,7	59	317,3	84	323,0
10	292,5	35	309,0	60	317,6	85	323,3
11	293,6	36	309,2	61	318,0	86	323,6
12	294,7	37	309,5	62	318,2	87	324,0
13	295,8	38	309,8	63	318,5	88	324,3
14	296,9	39	310,1	64	318,7	89	324,7
15	298,0	40	310,4	65	319,0	90	325,0
16	299,1	41	310,7	66	319,2	91	325,4
17	300,2	42	311,0	67	319,5	92	325,8
18	301,3	43	311,3	68	319,7	93	326,2
19	302,4	44	311,7	69	319,9	94	326,6
20	303,5	45	312,0	70	320,1	95	327,1
21	304,4	46	312,4	71	320,3	96	327,5
22	305,2	47	312,8	72	320,5	97	328,0
23	305,8	48	313,2	73	320,7	98	328,5
24	306,2	49	313,6	74	320,8	99	329,0
25	306,5	50	314,0	75	321,0	100	325,0

Дизельдік фракцияда парафиннің пайда болу заңдылығын анықтау кезінде, түзету коэффициенттері бар теңдіктер алынды, олар парафиннің пайыздық мөлшеріне байланысты өзгереді, сонымен қатар, түзету коэффициентінің өзгеруі дизельдік ерітіндіде парафиннің бөліну температурасын зерттеу кезінде алынған мәндерге жақындауға мүмкіндік берді.

$$T_{3вып.(n)} = T_{3вып.(1)} + (n-1)\cdot(1{,}09925 + (n-1)\cdot K_{1-100}) + 273K \quad (6)$$

Бұл кезде, қосымша коэффициенттің $K_{1\text{-}100}$ бір ғана мәні емес, алды мәні болады, олар дизельдік фракциядағы парафиннің әртүрлі мөлшерінде пайдаланылады. 20%-ға дейінгі мөлшерінде (-0,0055) болады.

$$\begin{aligned} T_{3вып..(n)} &= T_{3вып.(1)} + (n-1)\cdot(1{,}09925 + (n-1)\cdot K_{1-20}) + 273K = \\ &= T_{3вып.(1)} + (n-1)\cdot(1{,}09925 + (n-1)\cdot(-0{,}0055)) + 273K \end{aligned} \quad (7)$$

ары қарай 21-25%-тан бастап (0,09);

$$\begin{aligned} T_{3вып.(n)} &= T_{3вып.(1)} + (n-1)\cdot(1{,}09925 + 20\cdot K_{1-20} + (\mathrm{n}-20)\cdot K_{21-25}) + 273K = \\ &= T_{3вып.(1)} + (n-1)\cdot(0{,}9825 + (\mathrm{n}-20)\cdot(-0{,}09)) + 273K \end{aligned} \quad (8)$$

26-35%-дан бастап (0,01497);

$$\begin{aligned} T_{3вып.(n)} &= T_{вып.диз(1)} + (n-1)\cdot(0{,}9825 + 5\cdot K_{21-25} + (n-25)\cdot K_{26-35}) + 273K = \\ &= T_{3вып.(1)} + (n-1)\cdot(0{,}5325 + (n-25)\cdot(-0{,}04197)) + 273K \end{aligned} \quad (9)$$

36-50% -дан бастап (0,0033);

$$\begin{aligned} T_{3вып.(n)} &= T_{3вып.(1)} + (n-1)\cdot(0{,}5325 + 10\cdot K_{26-35} + (n-35)\cdot K_{36-50}) + 273K = \\ &= T_{3вып.(1)} + (n-1)\cdot(0{,}1128 + (n-35)\cdot 0{,}0033) + 273K \end{aligned} \quad (10)$$

51-75%-дан бастап (-0,025);

$$T_{3вып.(n)} = T_{3вып.(1)} + (n-1)\cdot(0{,}1128+15\cdot K_{36-50} + (n-50)\cdot K_{51-75}) + 273K = \\ = T_{3вып.(1)} + (n-1)\cdot(0{,}1615+(n-50)\cdot(-0{,}025)) + 273K \quad (11)$$

76-100%-дан бастап (0,0185).

$$T_{3вып..(n)} = T_{3вып.(1)} + (n-1)\cdot(0{,}1615+25\cdot K_{51-75} + (n-75)\cdot K_{76-100}) + 273K = \\ = T_{3вып.(1)} + (n-1)\cdot((-0{,}4635)+(\mathrm{n}-75)\cdot 0{,}0185) + 273K \quad (12)$$

2-кестеде дизельдік ерітіндіде парафиндердің бөліну температурасы бойынша тәжірибелерді жүргізу кезінде алынған берілгендер көрсетілген.

2-кесте. **Парафиннің пайыздық мөлшеріне тәуелді дизельдік ерітіндідегі парафиннің бөліну температурасы.**

n, %	$T_{3вып}$,К	*n*, %	$T_{3вып}$,К	*n*, %	$T_{3вып}$,К	*n*, %	$T_{3вып}$,К
1	281,5	26	306,1	51	313,1	76	320,5
2	282,6	27	306,2	52	313,7	77	320,6
3	283,7	28	306,3	53	314,3	78	320,6
4	284,8	29	306,4	54	314,8	79	320,7
5	285,9	30	306,6	55	315,4	80	320,8
6	286,9	31	306,7	56	315,9	81	320,9
7	288	32	306,8	57	316,3	82	321
8	289,1	33	306,9	58	316,8	83	321,2
9	290,1	34	307,1	59	317,2	84	321,4
10	291,2	35	307,2	60	317,6	85	321,6
11	292,2	36	307,3	61	318	86	321,8
12	293,3	37	307,5	62	318,3	87	322
13	294,3	38	307,7	63	318,6	88	322,2
14	295,4	39	307,9	64	318,9	89	322,5
15	296,4	40	308,1	65	319,2	90	322,8
16	297,4	41	308,4	66	319,4	91	323,1
17	298,4	42	308,7	67	319,7	92	323,4
18	299,4	43	309,1	68	319,9	93	323,7
19	300,4	44	309,5	69	320	94	324,1
20	301,4	45	309,9	70	320,2	95	324,4
21	302,4	46	310,4	71	320,3	96	324,8
22	303,3	47	310,9	72	320,4	97	325,2
23	304,1	48	311,4	73	320,5	98	325,7
24	304,9	49	311,9	74	320,5	99	326,1
25	305,5	50	312,5	75	320,5	100	326,6

Парафиндік ерітіндінің кристалдануының заңдылығын анықтау кезінде түзету коэффициенттері ендірілді, олар парафиннің пайыздық мөлшеріне тәуелді өзгереді, бұл кезде түзету коэффициентінің өзгеруі дизельдік ерітіндіде парафиннің бөліну температурасын зерттеу кезінде алынған мәндерге жақындауға мүмкіндік берді.

$$T_{3крис.(n)} = T_{3крис.(1)} + (n-1)\cdot(1{,}248474+(n-1)\cdot K_{1-100}) + 273K \quad (13)$$

$K_{1\text{-}100}$ қосымша коэффициентінің бір емес, бес мәні болады. 1-20%-дан бастап (-0,01571);

$$T_{3крис.(n)} = T_{3крис.(1)} + (n\text{-}1)\cdot(1{,}248474 + (n\text{-}1)\cdot K_{1-20}) + 273K = \\ = T_{3крис.(1)} + (n\text{-}1)\cdot(1{,}248474 + (n\text{-}1)\cdot(-0{,}01571)) + 273K \quad (14)$$

21-25% болғанда (-0,07);

$$T_{3крис.(n)} = T_{3крис.(1)} + (n\text{-}1)\cdot(1{,}248474 + 20\cdot K_{1-20} + (\text{n}\text{-}20)\cdot K_{21-25}) + 273K = \\ = T_{3крис.(1)} + (n\text{-}1)\cdot(1{,}248474 + 20\cdot(-0{,}01571) + (\text{n}\text{-}20)\cdot(-0{,}07)) + 273K \quad (15)$$

26-50% болғанда (-0,025);

$$T_{3крис.(n)} = T_{3крис.(1)} + (n\text{-}1)\cdot(1{,}248474 + 20\cdot K_{1-20} + 5\cdot K_{21-25} + (n-25)\cdot K_{26-50}) + 273K = \\ = T_{3крис.(1)} + (n\text{-}1)\cdot(1{,}248474 + 20\cdot(-0{,}01571) + 5\cdot(-0{,}07) + (n-25)\cdot(-0{,}025)) + 273K \quad (16)$$

51-75% болғанда (0,0075);

$$T_{3крис.(n)} = T_{3крис.(1)} + (n\text{-}1)\cdot(1{,}248474 + 20\cdot K_{1-20} + 5\cdot K_{21-25} + 25\cdot K_{26-35} + (n-50)\cdot K_{50-75}) + 273K = \\ = T_{3крис.(1)} + (n\text{-}1)\cdot(1{,}248474 + 20\cdot(-0{,}01571) + 5\cdot(-0{,}07) + 25\cdot(-0{,}025) + (n-50)\cdot 0{,}0075) + 273K \quad (17)$$

76-100% болғанда (0,028.

0-ден 20-ға дейінгі пайыздық мөлшерінде келесі түрдегі теңдікті аламыз:

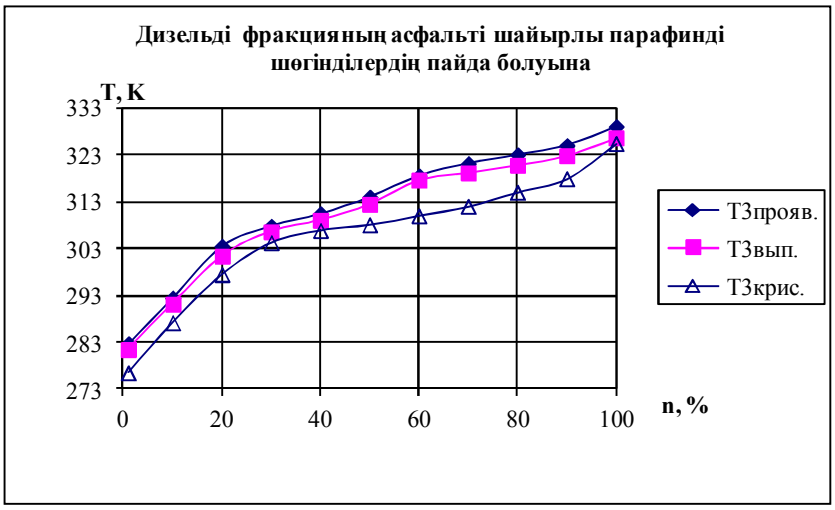
$$T_{3крис.(n)} = T_{3крис.(1)} + (n\text{-}1)\cdot(0{,}217426 + (n-75)\cdot K_{75-100}) + 273K = \\ = T_{3крис.(1)} + (n\text{-}1)\cdot(0{,}217426 + (n-75)\cdot 0{,}028) + 273K \quad (18)$$

3-кестеде дизельдік ерітіндіде парафиннің кристалдану температурасын зерттеу бойынша тәжірибелерді жүргізу кезінде алынған мәндер көрсетілген.

3-кесте. **Парафиннің пайыздық мөлшеріне тәуелді дизельдік ерітіндіде парафиннің кристалдану температурасы.**

n, %	$T_{3крис.}$,К	*n*, %	$T_{3крис.}$,К	*n*, %	$T_{3крис.}$,К	*n*, %	$T_{3крис.}$,К
1	276,5	26	302,2	51	309,1	76	312
2	277,7	27	302,7	52	309,1	77	312,3
3	279	28	303,3	53	309,1	78	312,5
4	280,2	29	303,8	54	309,2	79	312,8
5	281,4	30	304,3	55	309,2	80	313,1
6	282,6	31	304,8	56	309,3	81	313,5
7	283,7	32	305,2	57	309,4	82	313,9
8	284,9	33	305,7	58	309,4	83	314,4
9	286	34	306,1	59	309,5	84	314,7
10	287,2	35	306,4	60	309,6	85	315,2
11	288,3	36	306,8	61	309,7	86	315,6
12	289,4	37	307,1	62	309,8	87	316,2
13	290,4	38	307,4	63	309,9	88	316,7
14	291,5	39	307,7	64	310	89	317,3
15	292,5	40	307,9	65	310,2	90	317,9
16	293,6	41	308,2	66	310,3	91	318,5
17	294,6	42	308,4	67	310,4	92	319,2
18	295,6	43	308,5	68	310,6	93	319,8
19	296,6	44	308,7	69	310,7	94	320,6
20	297,5	45	308,8	70	310,9	95	321,3
21	298,5	46	308,9	71	311,1	96	322,1
22	299,4	47	309	72	311,2	97	322,9
23	300,2	48	309	73	311,4	98	323,7
24	300,9	49	309	74	311,6	99	324,5
25	301,6	50	309,1	75	311,8	100	325,4

1-суретте дизельдік ортада АСПО-ның қалыптасу графигі көрсетілген.



1-сурет. Дизельдік ортада асфальті шайырлы парафинді шөгінділердің қалыптасуы

Осындай әдіспен, дизельдік фракцияның қалыпсатуға әсер етуі бойынша зерттеулерді жүргізу кезінде папафиндердің, мұнайдағы парафиннің аз мөлшерде болуын ескерумен, шашамен керосиндік фракциямен тең ерігіштік қабілеттілігін көрсетті. Бұл фракциялы асфальті шайырлы парафинді шөгінділерді еріту қабілеттілігі, аталған фракцияларға қарағанда жоғары, бірақ мұнайда бұл фракцияның мөлшерінің жоғары болуы мұнайдың қату температурасы өсетіндігін және оның асфальті шайырлы парафинді шөгінділердің қалыптасу қабілеттілігінің алдын алу қасиетінің өте төмен екендігін көрсетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Никифоров С.Ю. Предотвращение отложений сульфата бария путем магнитной обработки жидкости//Нефтяное хозяйство.-1995.-№5-6.- С. 56-58;

2. Патент США № 5454943 А E21B 37/00. Устройство для магнитной обработки жидкостей;

3. Патент РСТ (МО) № 9511198 А1 C02P 1/48. Устройство для магнитной обработки потока жидкости;

4. Шамрай Ю.В., Шакирзянов Р.Г., Лисицына М.Н. Композиционные составы углеводородных растворителей для ОПЗ и удаления АСПО из нефтепромыслового оборудования//Нефтяное хозяйство. - 1998. - №2. - С. 51 – 53;

5. Рыбак М.С. Анализ нефти и нефтепродуктов. - М.: ГНТИНГТЛ, 1962.- С.888;

6. Эффективность применения растворителей асфальтосмо-лопарафиновых отложений в добыче нефти/С.Н.Головко, Ю.В.Шамрай, В.И.Гусев и др. - М.: ВНИИОЭНГ, 1990. – С.38;

7. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. -М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2000. – С.653.

REFERENCES

1. Ņikiforovs S. U. Novērst nogulumu sulfāta, bārija, izmantojot magnētiskās apstrādešķidrums// Neftianoe hozaistvo.-1995.-№5-6.-S. 56-58;

2. ASV patents NR. 5454943 UN E21B 37/00. Ierīce magnētiskās apstrādes šķidrumu.

3. Patentu: PCT (MO) nr. 9511198 A1 C02P 1/48. Ierīce magnētiskās apstrādes plūsmu šķidruma.

4. Shairai Yu V., Shakirzianov R. G., Ļisicina Pm H. Kompozīcijas sastāvs ogļūdeņražu šķīdinātāju, lai IPF un dzēst АСПО no naftas ieguves iekārtas//Naftas saimniecība. - 1998. №2. S.51-53;

5. Zvejnieks Pm S. Analīze naftas un naftas produktu. - Pm: GNTINGTL, S.1962.-888;

6. Pielietošanas efektivitāti šķīdinātāju асфальтосмо-лопарафиновых nogulumu naftas/S. P.Golovko, Yu V. Shairai, V. I. Gusevs un citi - Pm: VNIIOENG, 1990. – S.38;

7. Persiansev Pm H. Naftas ieguve pārbaude sarežģītākos apstākļos. -Pm: SIA "Dzīles-Biznescentr", 2000. – S.653.

Сарсенбаев Х.А., Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А., Шегенова Г.К.

Исследование влияния дизельной фракции на температуру застывания нефти.

Резюме. Целью данной работы являлось исследование влияния дизельной фракции на образование асфальтосмолопарафинистых отложений в условиях промысловой добычи высокопарафинистой нефти. Нами

получены температурные значения, учитывающие влияние дизельной фракции на образование асфальтосмолопарафинистых отложений в зависимости от содержания парафинов в нефти.

Ключивые слова: дизель, фракция, асфальтосмолопарафинистых отложений.

Sarsenbaev Ch.A., Shuhanova Zh.K., Ibragimova Z.A., Shegenova G.K.

Study of the effect of the diesel fraction to a pour point of oil.

Summary:. In given, clause we investigate influence diesel engine of a fraction on education of asphalt pitch paraffin of adjournment, we receive temperature meanings(importance) which are taking into account influence kerosene of a fraction on education of asphalt pitch paraffin of adjournment depending on the quantitative contents in petroleum.

Key words: diesel, fraction, asfaltosmoloparafinistykh of deposits.

УДК 681.5

A.E. Baklanov[1], D.N. Titov[1], Gy. *Gyorok*[2], S.V. Grigoryeva[1]
([1]D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan
[2]Obuda University, Budapest, Hungary, ABaklanov@ektu.kz)

THE ROBUST SYSTEMS BASED ON PROGRAMMABLE ANALOGOUS ELECTRONIC CIRCUITS

Abstract. We call an electronic robust one then, if it the stress like electronic change without a breakdown, possibly beside a minimal damage, not disturbing the normal function possibly, tolerates it. Robust system design must address not only reliability failures but also design errors that may be caused by incorrect modeling, incorrect understanding of specifications or human mistakes. Not really definable the extreme changes quantity and his qualitative parameter, and the measure of the robustness. It is very important to develop such an architecture that allows maximum flexibility and circuit-freedom to.

It was thawing out in robust electronics applications electronic circuit redundancy, the safe, in this manner advantageously can be used the programmable analogous electronic circuits (field programmable analog array, FPAA). Using of these FPAA circuits can be developed such robust architectures which are redundant, adaptive and reconfigurable. Additional benefit, it is you that the analogous system may be attached to an embedded controller or a computer through a digital surface to, that the adequately chosen feedbacks intervene in the function of the electronic circuit.

Key words: robustness, uncertain conditions, electronic system, Field Programmable Analog Array (FPAA), errors of the circuit.

The «robust system» or «robustness» used to be an accepted term regarding mechanical applications, which is widely used in several disciplines. «Robustness» as a term is often associated with reliability, adaptability, error tolerance, reconfigurability sometimes with certain overlaps [1]. The term itself the no exact definition; generally, the measure of its quality cannot be defined. The literature uses versatile expressions such as systems of high reliability, error tolerance, readiness to serve changed circumstances and cost effectiveness. The «proper operation in uncertain conditions» is the most frequent definition [2,3]. A little more concrete definition is: «operation within the error limit in unpredictable conditions» [4,5]. The quantity and quality parameters of the «conditions» and the measure of «robustness» are also difficult to define [6]. According to the system approach robust equipment can be constructed from units of lower performance depending on the quality of their connection. In this case if we can change the quality of the connection of the parts, we can further increase the quality of system robustness [7]. On the basis of the above mentioned, an electronic circuit is robust when it tolerates the stress like changes without a breakdown and, possibly, without disturbing the normal operation.

An electronic system is such a multi-unit parts system where each functional unit can operate independently. This system is robust if the operation of the whole system, through the art of connecting the part units, is provided under the changed circumstances too. Both the external and internal factors can influence the robust electronic system (Figure 1). The operation has to be maintained either only one or several factors exist.

The internal factors, originate from the circuit which creates the system, are component errors, circuit errors, design errors, firmware errors. Over heatedness, increased internal noise, component parameter

changes also fall into this category. The external errors are usually human errors and environmental errors; they are improper operation, high environmental temperature, radio frequency radiation etc. The adaptivity of a system is the synonym of robustness if it means tolerating the changed environmental conditions, the need of a circuit function change and the parametric function change.

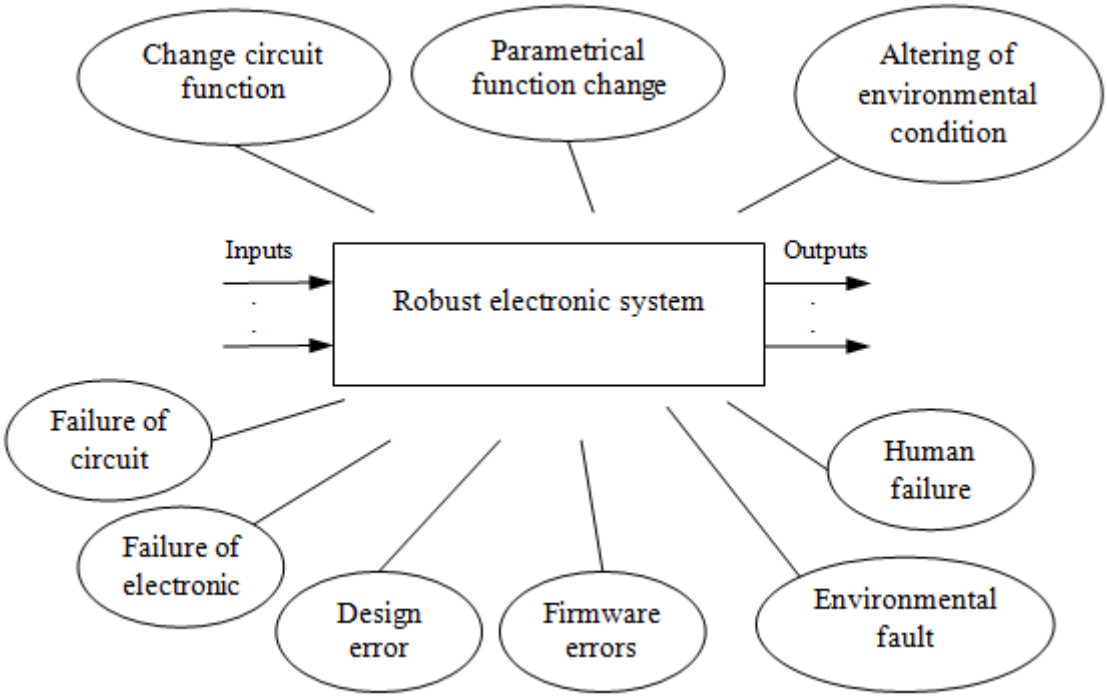


Figure 1. The general scheme of the electronic control system with internal and external uncertainties

This above needs can be satisfied partly by circuit redundancy, by over safety or by the adaptivity of the system and the scalable formation of the components. Thus the operation of the whole system can be modified by switching the part units on and off, or by changing the operation parameters of the part units. If a robust system is broken down into an appropriate number of part units, and those part units are configurable, the adaptivity and reliability of the electronic devices and equipment will significantly grow [8,9].

An analogous circuit is robust if it responds to the changed external conditions with error tolerance. The aim is to maintain the operation either through masking the error or by the real-time repair of errors. The maintenance of circuit operation is provided by detecting and eliminating the errors. Error masking means restoring the faulty part units and replacing them. Real-time repair means the activation of the replacements which are permanently present via maintenance as well. The proper interaction, operation-differently from the traditional methods - can be realized by a system-level design.

The avoidance of the circuit and part unit malfunctioning is mostly a technological question, including circuit simulation-aided planning, state-of-art automated production and monitoring (CAT) and selecting the appropriate system design technology [10].

There is no single solution of the robust analog circuit system formation. According to the above it is realized by system-level planning. The latter depends on the actual component and production technology, whose development results in the reliability of circuit systems. The toleration of circuit redundancies will increase the robustness of the system just as well. To reach such system-level planning is needed where the in-operation error detection, diagnosis, self-repair, self-correction, automatic system self-management are solved. The system realization process shown in figure 2 is offered to such planning.

Each circuit of the system is marked with the system-level input signal (I_s). The control unit collects information about the correct operation of each circuit via Yn output signal. Y_n is a mapping of input signs/signals (I_s), which is interpretable for the control unit. In certain cases it can be the output signal of the circuit as well.

From a control unit output we can change the circuit functions (F) of each circuit by means of the (a_n) signal. The selection of the proper circuit (u) occurs with the help of the analog multiplexer. The output of

the selected circuit will be the system output (O_s). The control can be external (s) too, which supports further system integration. By increasing the number of circuits (F_n) the robustness of the system will grow.

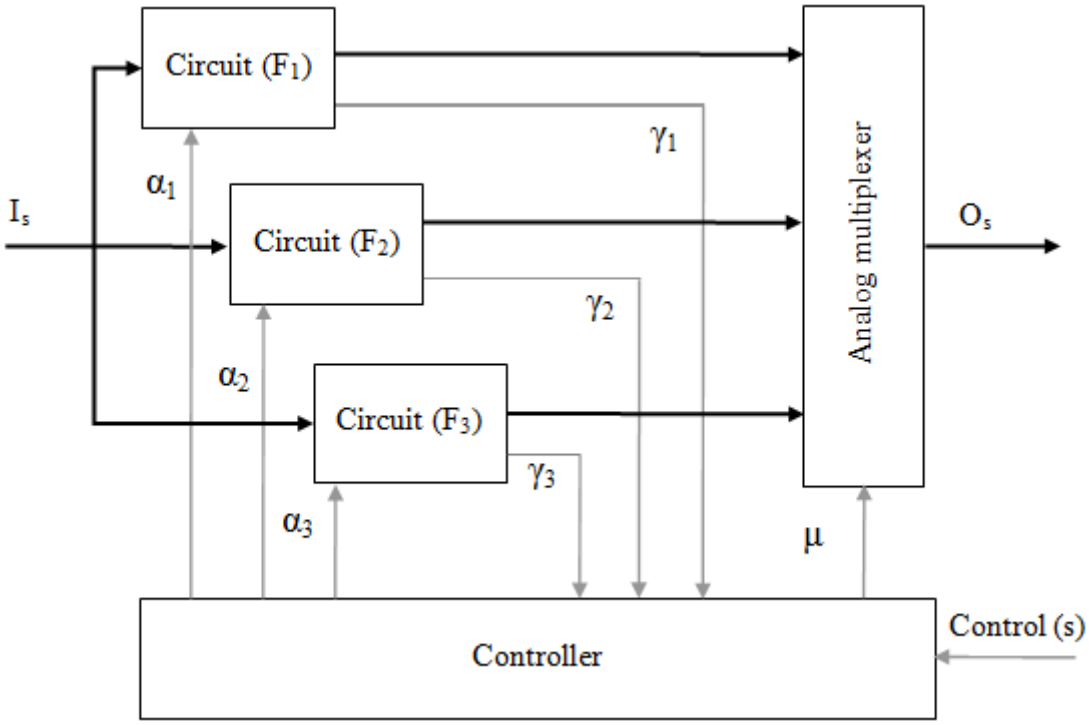


Figure 2. The robust analog system of parallel architecture

On the figure 3 the signals and the functions are same than the figure 2. The architect of figure 3 serves the quality of the analog functions, and the arrange of the figure 2 useful in case of the quantity of the different analog abilities. This layout sup-ports the increased quantity circuit functions. If we include the non-variant transfer functions in the single circuit functions too, we can see, that the circuit replacements are present in this case as well, which can be increased by raising the number of circuits.

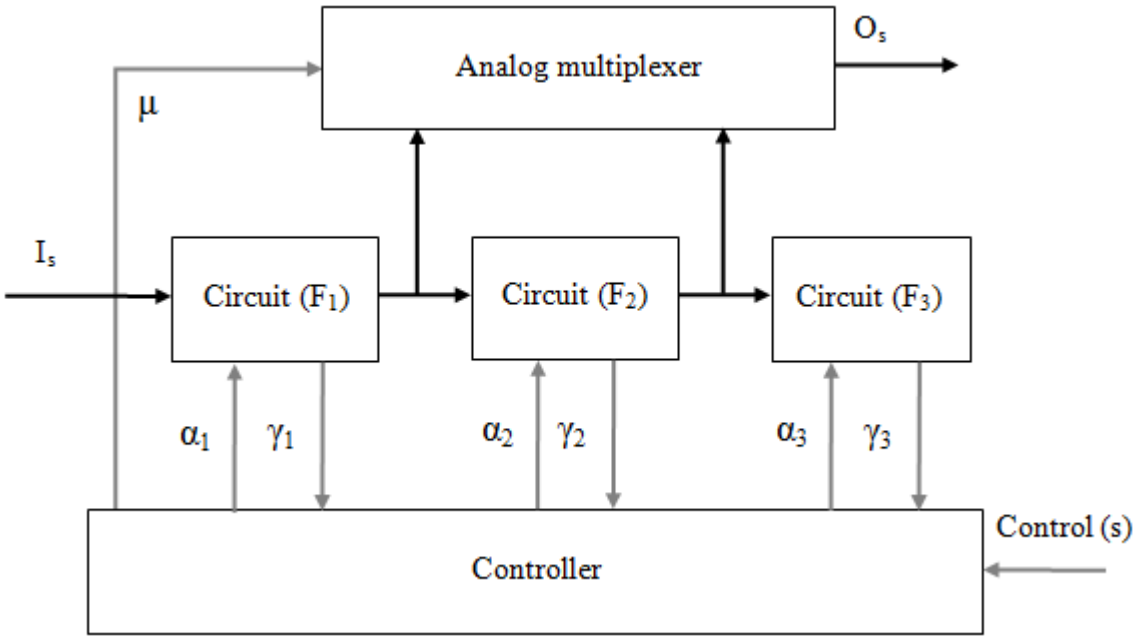


Figure 3. The robust analog system of serial architecture

The combination architecture contains the parallel, and the serial arrangements (Figure 4). In these case we get a flexible useful analog circuit arrangement. By the help of two multiplexer - demultiplexer able to configuring one part of architecture as a parallel-, and other part as a serial robust circuit. We show real two examples of the use of this architecture. On the figure 5 shows a serial in parallel art two different signal paths and the figure 6 shows three parallel signal paths.

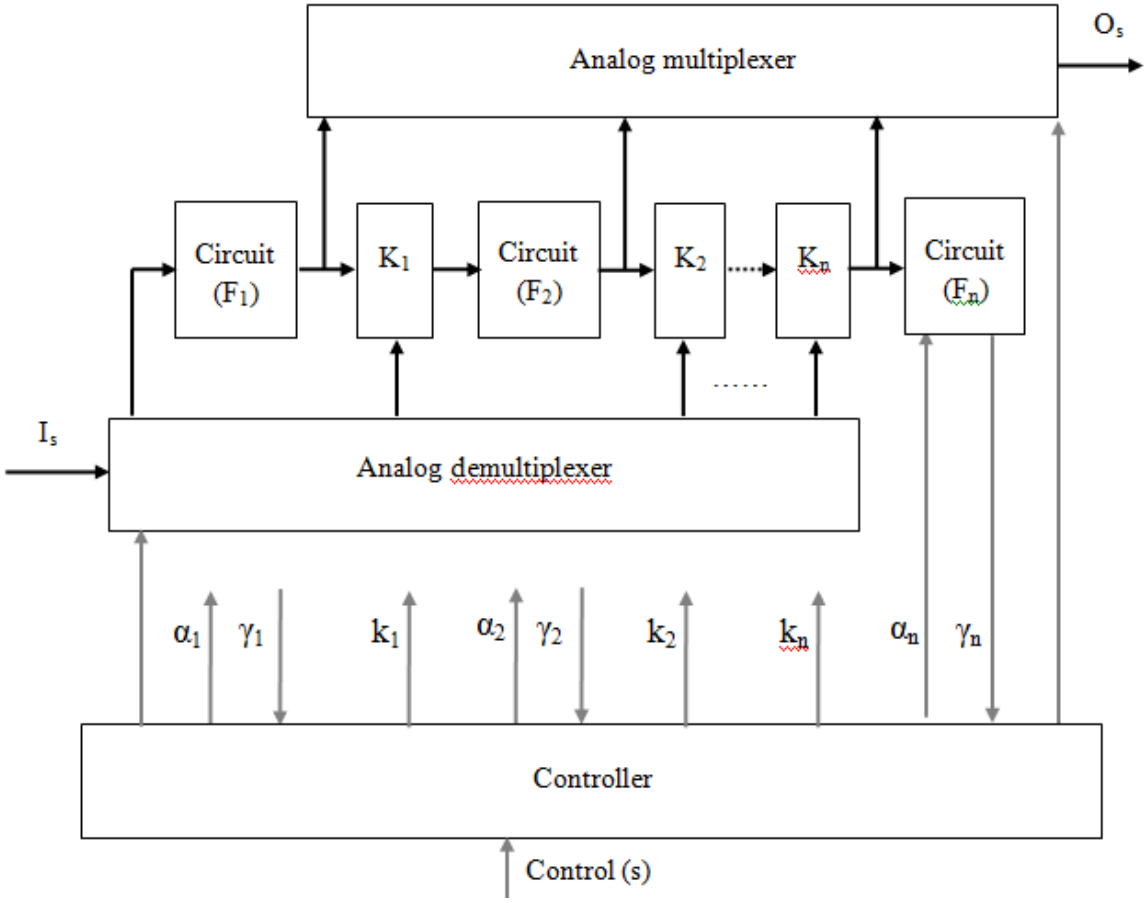


Figure 4. Realization of robust analog system in combined architecture

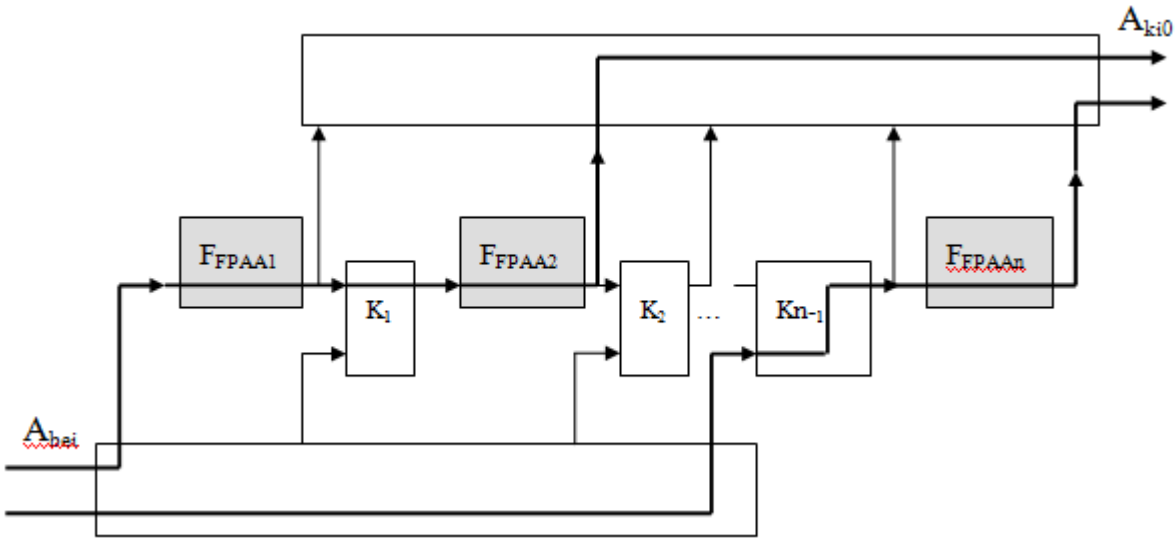


Figure 5. Example 1 of combined architecture

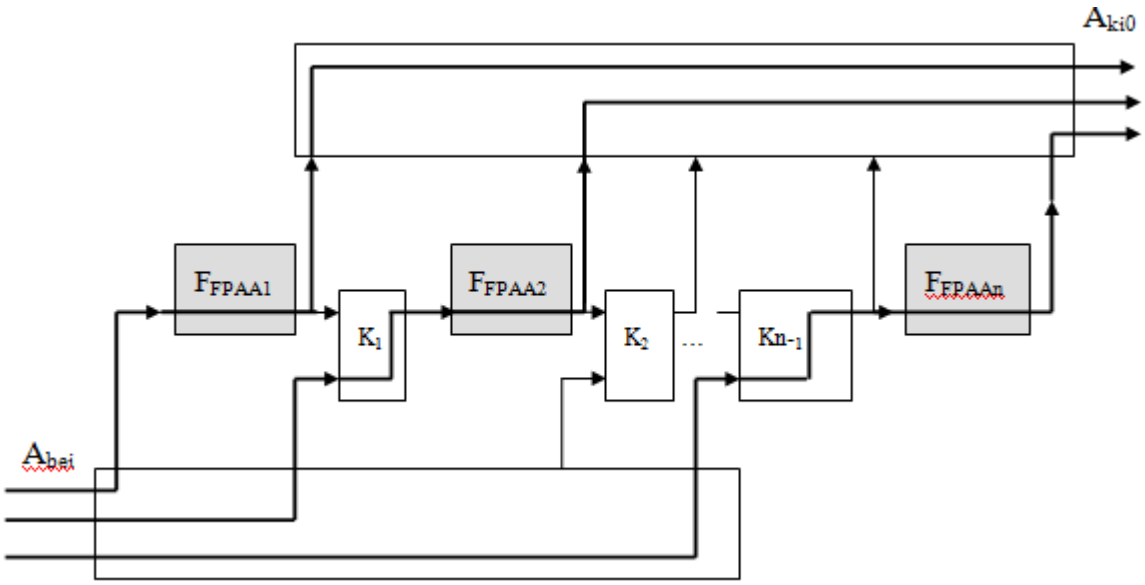


Figure 6. Example 2 of combined architecture

The programmable analog circuit (Field-Programmable Analog Array), as a new component and relatively new technology appeared some thirty years ago. As a result of the continuous development, these devices programmed on a digital surface make an analog circuit topology with component parameters also given as programmable. FPAAs can be used for the realization of different functional units, circuits, circuit elements. These circuits can be used effectively in applications where the low electric power, the lower development and component cost, the effective electronic CAD possibility are important.

The advantage of FPAAs in the field of faster and more economical circuit planning is significant. It is beneficial in self-developing circuit applications, in neural networks, in signal conditioning, in filters, in fuzzy controls and high frequency applications. According to other approaches FPAAs serve the linear and nonlinear implementation of the analog system and the scalability of the application to be realized. Yet the above mentioned advantages are not obvious since it is very difficult to make a user-friendly FPAA and environment.

In multi-value logics, in neural networks, in mixed-signal processor digital and analog circuits in which the traditional microprocessor is integrated onto a silicon chip with low performance analog circuit elements, further applications are offered. The smaller geometrical size, the fewer outputs, the cheaper mounting, the specifically smaller dissipation falling on of one volume unit are among the advantages.

Developments to be realized in the field of programmable analog circuits are as follows: speed, accuracy, digital noise, analog noise, performance, resource allocation possibility (capacity of FPAAs, component-level configurability), source usability, effective architectures, development environment services, macros, simulation, dynamic reprogramming.

There are further advantages of the programmable analog circuit applications; more compact, more reliable, more flexible systems can be produced with better performance. It is especially beneficial if for programming we modify the function of a programmable analog circuit either giving a new topology or a new component parameter using the flexibility of the microcontroller.

The vast majority of FPAA applications allow the user to use the analog circuit in accordance with the required function taking advantage of the reconfiguration possibility. As an decomposition in the above chapter proposed solutions, and use the reconfigurable analog circuits (FPAA) in cooperation of embedded microcontroller, follow here two real examples. First of all the majority voter circuit (figure 7). As shows the figure this is a typical parallel application of the redundant robust circuit [11]. Their consists of three parallel circuit (Fn), and output of theirs is a vote circuit. The last one choices the properly value of the output signals. At least two value (inner in the failure range) are equal, the voter gives one of these to the system output (Uout).

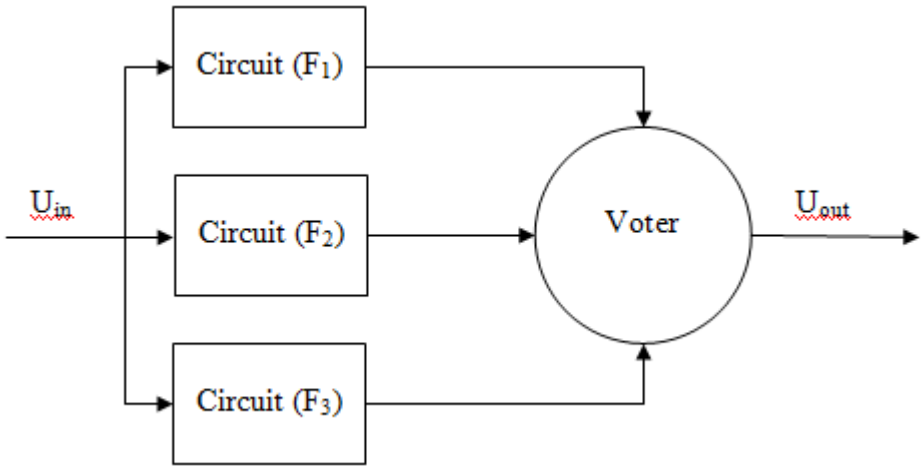


Figure 7. The voter circuit in a robust application

The equation 1 gives one useful functions of the voter circuit. In this case the part unit with a faulty output value is switched out of the system operation. The voting unit will result in good operation in case of different and several similarly good relations.

$$U_{out}=\begin{cases} F_1(U_{in}) & \text{if} \quad F_1(U_{in})=F_2(U_{in})=F_3(U_{in}) \\ F_1(U_{in}) & \text{if} \quad F_1(U_{in})=F_2(U_{in})\neq F_3(U_{in}) \\ F_1(U_{in}) & \text{if} \quad F_1(U_{in})=F_3(U_{in})\neq F_2(U_{in}) \\ F_2(U_{in}) & \text{if} \quad F_2(U_{in})=F_3(U_{in})\neq F_1(U_{in}) \end{cases} \tag{1}$$

On the figure 8 carries out error detection. In this case a predictor circuit (f) maps the «good operation» values from the input signal (Uin). Thus the output signal of the current circuit (F) is compared with the output of the characteristic predictor circuit. The comparator operates as a window-comparator and checks the in-range character of the circuit output value, where (Ucl) is the lower comparing threshold voltage, (Uco) is the upper comparing thresh-old voltage.

$$U_f=\begin{cases} U_f & \text{ha} \quad U_{cl} > (f(U_{in})-F(U_{in})) \geq U_{co} \\ 0 & \text{ha} \quad U_{cl} \leq (f(U_{in})-F(U_{in})) < U_{co} \end{cases} \tag{2}$$

where: Ucl - lower threshold voltage of comparator, Uco - upper threshold voltage of comparator, what calculated of the output of f circuit, and the hysteresis (h) according of equations 3, 4.

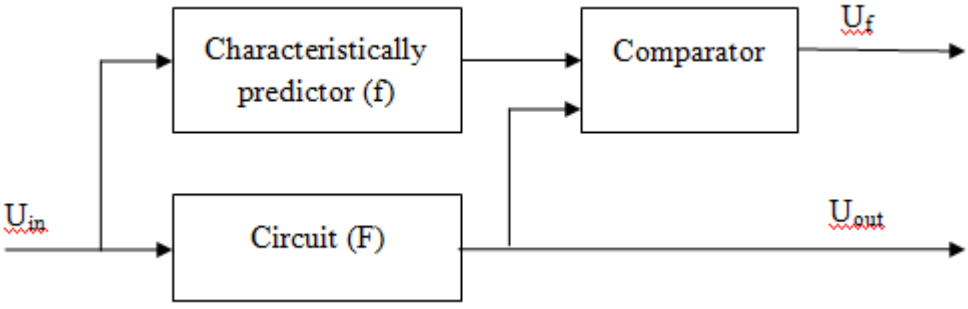


Figure 8. Realization of a characteristic predictor circuit in a robust system

$$U_{cl} = f(U_{in}) - \frac{h}{2}, \tag{3}$$

and,

$$U_{co} = f(U_{in}) + \frac{h}{2}. \tag{4}$$

Figure 9 demonstrates typical signals of characteristic predictor circuit.

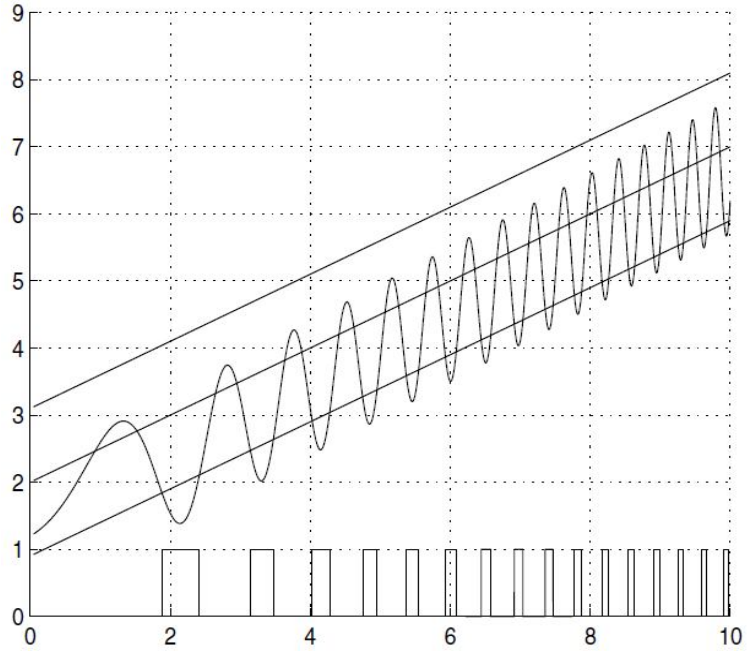


Figure 9. Typical signals of the characteristic predictor circuit

In case of an error, the further usage of the output signal, the selection, change and correction of the actual circuit and that of the reference circuit are new, challenging system technological tasks [12].

The robust analog circuit solutions provide a consistent, high-level operation, which is field programmable analog arrays and changeable. The safety and effectiveness of the analog systems can be increased, the performance uptake, the maintenance and repair costs can be reduced. We can carry out an in-operation testing and can eliminate incorrect signal levels. The significance of noise as an error source can be reduced, the over-control errors can be eliminated. The different control processes and system topologies give solution in case of predictable and unpredictable errors too. There are further secondary benefits if the analog system is attached to the embedded controllers via a digital surface. The above discussed solutions offer the use of the programmable analog circuits in the robust analog systems.

This article showed the theoretical background of wide range applications of FPAA circuits. A programmable analog circuits using a very important opportunity that you are replicated along and the application with a microcontroller. The various possible relations with the microcontroller and a programmable analog circuit multiplies the possibilities are the quality and quantity.

REFERENCES

1. Mitra H., Cho T., Hong Y. and Zhang J. Robust System Design. IPSJ Trans. System LSI Design Methodology. - 2011.

2. Scott H. The future of reconfigurable systems//In Proceedings of 5th Canadian Conference on Field Programmable Devices. - Montreal, 1998. .

3. Reiser C. Optimization of performance of dynamically reconfigurable mixed-signal hardware using field programmable analog array (FPAA) technology// PhD thesis. - 1998.

4. Scott F., Kemper L., Afreen S. and Weck O.L. Flexible and reconfigurable systems: Nomenclature and review//In Proceedings of the ASME 2007 International Design Engineering Technical Conferences Computers and Information in Engineering Conference, volume IDETC/CIE, 2007, Las Vegas, Nevada, USA.

5. Hauck S. The future of reconfigurable systems. – [Electronic resource] - http://www.ee.washington.edu/people/faculty/hauck/publications/ReconfigFuture.PDF.

6. S. Zebulum, R, A. Stice, and K. Didier. The design process of an evolutionary oriented reconfigurable architecture. – [Electronic resource] - www.coe.uncc.edu/kdatta/-papers/The/ 20Design/20Process/ 20o...urable/ 20Architecture.pdf.

7. Györök Gy. Self Configuration Analog Circuit by FPAA//4th Slovakien–Hungarien Joint Symposium on Applied Machine Intelligence,2006 January 20-21, Herlany, Slovakia, pp. 34–37.

8. Andersen P. Evolvable hardware artifical evolution of hardware circuits in simulation and reality//Department of Computer Science University of Aarhus Thesys. - 1998.

9. Antini C. C., Zebulum R., Pacheco M. A. C., Vellasco M. M. R., and Szwarcman M. H. Evolvable hardware, 2001. proceedings//The Third NASA/DoD Workshop. - 2001.

10. Faurax O., Freund L. and Bancel F. Robustness of circuits under delay-induced faults: test of AES with the PAFI tool//11th IEEE International On-Line Testing Symposium. - Greece , 2007. - pp. 185-186.

11. Györök Gy. The function-controlled input for the IN CIRCUIT equipment//IEEE-INES2004 Intelligent, Engineering Systems Conference, Cluj-Napoca, Romania, 2004 September 19-21, p. 443–446.

12. Gyorok Gy. Functional and Parametrical Self Adjustment in Analog Circuit//SISY 2007 5th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics August 24-25, 2007 Subotica, Serbia, p. 67–70.

Бакланов А.Е., Титов Д.Н., Györök Gy, Григорьева С.В.

Бағдарламалы аналокты интергалды сұлбаның негізінде сенімді жүйені жобалау

Түйіндеме. Мақала элетронды жүйенің сенімділігі жайлы, мұнда аналокты қондырғылардың жұмыс істеу қауіптсіздігің және сенімділігің қамтамассыз ету үшін бағдарламалы аналокты интергалды сұлбаны (БАИС) қолданады. БАИС нақты мәселенің шешіміне байланысты оңай жаңа бағдарламаны қабылдайды және осы процесс кезінде аналокты элементтің есептеу қателігінің азайуын қамтамассыз етеді. Ұсынылған механизмдердің сенімділігің қамтамассыз ету мысалдары қарастырылады.

Түйін сөздер: сенімділік, тұрақсыздық, электронды жүйе, бағдарламалы аналокты интергалды сұлба, сұлбанын қателіктері.

Бакланов А.Е., Титов Д.Н., Györök Gy, Григорьева С.В.

Проектирование робастных систем на основе программируемых аналоговых интегральных схем

Резюме. Статья посвящена описанию робастных электронных систем, использованию программируемых аналоговых интегральных схем (ПАИС) для обеспечения надежности и безопасности работы аналоговых устройств. Являясь особым видом интегральных схем, ПАИС легко перепрограммируются под решение конкретных задач, обеспечивая при этом минимально возможные для аналоговых операционных элементов погрешности вычислений. Рассматриваются примеры использования предложенных механизмов обеспечения надежности.

Ключевые слова: робастность, неопределенность, электронная система, программируемые аналоговые интегральные схемы, погрешности схемы.

УДК 624.131

А.Р. Баймахан, М.Н. Калимолдаев
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

ОБЗОР И АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ «ОСНОВАНИЕ-ФУНДАМЕНТ-ЗДАНИЕ»

Аннотация. Приводится обзор и анализ существующих конструкции фундаментных оснований строящихся современных зданий с целью обоснования оптимальности и прочности новой конструкции создаваемой нанотехнологией на основе применения современных геосинтетических материалов.

Ключевые слова: фундамент, грунт, конструкция, основание, осадка

Фундамент является частью зданий или сооружений и его функция-это передача их веса (включая собственного веса, полезные и прочие нагрузки) на грунты основания.

Фундамент в научном понятии строительства — это подземная опорная часть сооружения, которая передает его грунтовому основанию статическую нагрузку, создаваемую весом сооружения,

и дополнительные динамические нагрузки, создаваемые ветром либо движением воды, людей, оборудования или транспорта. Правильно спроектированный фундамент передает все нагрузки грунту таким образом, что исключается возможность недопустимой осадки и разрушения сооружения /1 /.

Как правило, это достигается распределением нагрузки по достаточно большой площади, выемкой грунта до уровня крепких пород, залегающий на большой глубине с применением свай, погружены в слой слабых пород до слоя более крепких, или укреплением поверхностного слоя слабого грунта.

Фундамент является главным элементом любого сооружения. Фундаменты зданий и сооружений проектируются с запасом прочности 30-40%, это обусловлено условиями безопасной эксплуатации зданий и сооружений. В практике малоэтажного строительства применяют различные конструкции и типы фундаментов /2/.

Выбор котлована, типа фундамента и его расчет входят в состав проекта сооружения (рисунок 1).

Рис. 1. Неглубокие котлованы, вырытые на каменистых грунтовых основаниях /2/.

На верхней части фундамента, называемой «обрезом» передается весовая нагрузка от наземной части конструкции. Величина предельно допустимой напряжений, вызываемой этой нагрузкой, определяются свойствами материала фундамента. Вес наземной части здания, фундамента и грунта на его обрезах передается на основание на заданной глубине. Допускаемые напряжения подошвы определяется несущей способностью основания, которая зависит от свойства грунта. Напряжения, которые можно допустить в верхней части фундамента, намного превышают значения давлений, действующих по его подошве.

Расчет производиться вне зависимости от остальных несущих конструкций или частей здания, проектирование фундаментов является комплексной задачей, требующей рассмотрения ряда факторов. Основной фактор-это определение необходимых размеров фундамента и отметку его заложения. Поэтому под расчетом основания, подразумевается под этим выбор глубины заложения и назначение допустимых давлений в зависимости от свойств грунтов и их напластования. В то же время, размеры фундамента и его высота (точнее, глубина заложения) могут определяться исходя из грузоподъемности монтажных механизмов.

Глубина заложения фундамента зависит от наличия располагаемых рядом фундаментов, коммуникаций и пр., т. е. определяется на основе конструктивных соображений (рисунок 2).

Рис. 2. Некоторые простые и сложные конструкции фундаментов по СНиП-2003.

Фундамент как несущая часть конструкции сооружения, должен обладать необходимой прочностью и устойчивостью для восприятия действующих на него нагрузок. Поэтому расчет фундамента производится по несущей способности (а в ряде случаев и по другим предельным состояниям), т. е. назначаются размеры фундамента исходя из прочности материала. Выбор материала фундамента определяется экономическими и производственными соображениями, но в то же время и грунтовыми условиями. В целом, проектирование фундаментов является комплексной задачей, включающей расчет основания и собственно фундамента.

Для выбора необходимой глубины заложения фундамента следует руководствоваться следующими обстоятельствами. Для экономии расхода материала следует принимать минимальную глубину заложения фундамента. Но может оказаться экономически целесообразным и увеличить глубину заложения, для оперения фундаменты на более надежный грунт, уменьшить размеры подошвы и этим свести общий расход материала на устройство фундамента к минимуму. При этом нужно учитывать особые свойства грунта. Например, для пучинистых грунтов эта глубина определяется толщиной промерзающего слоя. А при просадочных грунтах необходимо учитывать наличие ходов землероев: фундамент должен закладываться на грунт, где практически отсутствуют такие ходы.

В расчет оснований входит также назначение давления на грунт, т. е. непосредственная оценка несущей способности основания. До сих пор расчет основания производился по «допускаемым давлениям» или по «расчетным сопротивлениям» — эмпирическим данным, составляющим некоторую часть давления, при котором происходят или полная потеря устойчивости основания или деформация здания в результате большой осадки. Перечисленные методы расчета не учитывали всех свойств грунтов и, главное, не принимали во внимание конструктивные особенности сооружений: их жесткость, прочность, размеры и взаимное расположение фундаментов.

Неравномерная осадка –это самое опасное явление, вызывающий неустойчивости в конструкциях сооружений дополнительным усилием. В зависимости от прочности и жесткости конструкций при одинаковых неравномерных осадках деформации и усилия в них будут различными. И различные по жесткости сооружения будут оказывать разное влияние на грунт, так как в системе «основание — фундамент — здание» все элементы работают во взаимодействии.

Анализируем совместную работу различных сооружений с грунтом основания. Гибкие здания и сооружения следует за деформациями основания, вызываемыми нагрузкой, и приспосабливаются к ним. В таком случае, несмотря на деформации (перемещения) конструкций, дополнительные усилия в них практически не возникают. На некотором этапе сжимаемости дополнительные усилия могут превзойти величину, допускаемую для данной конструкции, что приведет к ее деформации. Сооружение, обладающее определенной жесткостью и прочностью, может сохранить своей эксплуатационной пригодности лишь при определенных неравномерностях осадках, определяемых податливостью основания. Отсюда следует вывод, что между жесткостью и прочностью сооружения, и податливостью основания, с другой стороны, должно соблюдаться определенное соотношение, нарушение которого приводит к появлению деформаций в здании.

Расчеты оснований. Исходя из вышесказанных следует, что оптимальные размеры фундаментов должны назначаться из условия обеспечения эксплуатационной пригодности сооружения. при действии нагрузок в наиболее невыгодных сочетаниях. Это исходит из предельно допустимых для данных конструкций осадок и их неравномерности в пределах сооружения, а также прочности грунта основания. Эти требования могут быть выполнены при расчете оснований фундаментов по предельным состояниям.

Расчет основания следует производить по двум предельным состояниям:

1. по несущей способности (общей устойчивости и прочности) ;
2. по деформациям-осадкам.

По первому предельному состоянию расчет основания из- за физических особенностей грунта отличается от расчета других строительных конструкций. Предельное состояние под фундаментом, наблюдается в ограниченных областях, например у его краев. В тех областях, где это условие выполняется, возможные сдвиги приводят не к полному разрушению, а к появлению нового состояния равновесия, при котором грунт может воспринимать внешние нагрузки. Полное разрушение грунта основания наступить лишь при значительных нагрузках. Такое заключение имеется в работе первого автора, выполненная совместно с японскими коллегами /3/.

В действующих СНиПах предусматривается внешние факторы, отмеченные выше, проверка по первому предельному состоянию — устойчивости. Потеря устойчивости в результате оползания

откосов или выпирания грунта приводит к значительным деформациям основания, носящим провальный характер, и тем самым к общему разрушению сооружения, как это происходило в Караганде. Передаваемая фундаментом на основание максимальная расчетная нагрузка N от наиболее невыгодного сочетания постоянных и временных нагрузок не должна превышать минимальной несущей способности основания Ф в направлении действия этих нагрузок и может быть представлено в виде

$$N < Ф. \quad (1)$$

Нормы действующих СНиП рекомендуют определять осадки по формулам, основанным на теории линейно деформируемой среды, до величины давления по подошве фундамента. При которой глубина условных зон развития пластических деформаций у края фундамента не превышает одной четверти его ширины. Нормативное давление, удовлетворяющее этому требованию, определяется формулой (3.1), устанавливающей применимость этой теории для определения осадок сооружения.

Пренебрежение и недоучет строению грунтовой оснований, приводит к неравномерным осадкам фундаментного основания и естественно приводит к различным видам трещин и разрушений фундамента (рисунок 3) и самого уже построенного здания (рисунок 4). Именно при проектировании фундаментов назначаются виды оснований и выбираются естественные или искусственны основания и способы их подготовки, а также вносятся соответствующие дополнения или изменения в конструкции сооружений.

Рис. 3. Характерные типы разрушения фундаментов, наступающие вследствие просадок грунта основания.

Устойчивость здания зависит от соотношения между податливостью основания и жесткостью всего здания, а не определяется только конструкцией фундамента. Поэтому становится возможным применить вместо монолитных фундаментов сборные, состоящие из отдельных элементов. Здесь возникает задача: определить, какая часть из общей жесткости сооружения приходится на фундамент и как повлияет уменьшение жесткости его на работу всего здания.

Если жесткость и прочность сборных фундаментов равноценны «традиционной» монолитно, то такая замена становится возможной независимо от вида грунта основания. Поэтому при выборе типа фундамента следует сопоставить между собой сопротивляемость фундаментов, растягивающим усилиям, дополнительно возникающим при неравномерных деформациях основания (рисунок 4).

Если сопоставить прочности сборных, например"" крупноблочных, фундаментов и монолитных бутовых то первые при определенной глубине перевязки вертикальных швов даже лучше

сопротивляются растягивающим усилиям. На рисунках 3.4 а, 3.4 б, 3.4 в и 3.4 г показаны, фотографии разрушенных зданий, которые влечены следами трещин разрушенных фундаментов.

Рис. 4. Характеры разрушения стенок возведенных зданий из-за разрушения фундамента.

Такие фундаменты при соблюдении необходимых условий могут применяться на всех грунтах. Достаточно указать, что более 90% зданий, строящихся в Москве и Санкт-Петербурге, имеют сборные фундаменты.

В заключение проведенный обзор и анализ позволяет констатировать, что главной причиной во всех вариантах разрушения является неравномерная осадка грунтового основания. В свою очередь, основная причина осадки деформации грунтового основания это водонасыщенность, связанной проникновением фильтрационного потока сезонным поднятием грунтовых вод и иногда –явлением инфильтрационного проникновения продолжительных дождевых вод.

Эта причина четко видна из всех приведенных фотоснимков. Следы разрушения и распространения по фундаментам вверх, продолжается в том же направлений на стенах возведенных стенок зданий и сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обследование фундаментов и оснований зданий и сооружений Строительный вестник Строительный портал Казахстана 03.12.2012.

2. Интернет источник: /builder.kz›surveys/106245/

3. Yoshimura T., Fukuda N., M. Hyodo & Baimakhan A.R. Importance to Evaluate of Fault Fracture Zones for Construction of Infrastructures in Mountain Area by γ-Ray Survey. International Joint Symposium on Problematic Soils and Geoenvironment in Asia. 22 – 23 November 013, Okinawa, Japan

Баймахан А.Р., Қалимолдаев М.Н.

«Негіз-іргетас-ғимарат» конструкцияларының беріктігін талдау және шолу

Түйіндеме. Салынып жатқан заманауи ғимараттардың нанотехнологиялар арқылы заманауи геосинтетикалық материалдарды қолдану негізінде құрылған іргетастастары конструкцияларының беріктігі мен тиімділігін негіздеу мақсатында қолданыстағы конструкцияларға шолу және талдау жүргізілуде.

Кілттік сөздер: іргетас, топырақ, конструкция, негіз, жоба.

Baymahan AR Kalimoldaev MN

Review and analysis of strength of existing structures "BASE-base-BUILDING"

Summary:. The review and analysis of existing design foundation bases under construction of modern buildings in order to support optimal strength and a new design created by nanotechnology-based application of modern geosynthetic materials.

Key words: foundation, ground, construction, foundation, settlement.

УДК 620.3

Д.А. Ертаев, Д.Т. Ыбырайымқұл, С.А. Малаев, А.М.Ускенбаева, С.Б.Мажитов
(Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, Алматы, Қазақстан Республикасы)

АЛЮМИНИЙ НЕГІЗІНДЕГІ НАНОКОМПОЗИТТІ МАТЕРИАЛДЫ АЛУ МҮМКІНДІКТЕРІ

Аңдатпа. Мақалада көміртекті нанотүтікшелерді алюминий ұнтағына қосу арқылы жаңа нанокомпозитті материалдарды алу мүмкіндіктері қарастырылған. Негізінде металқалыптамалы материалдарда наноқұрылымдарды қолдану жұмыстардың бағыты көрсетілген. Ерекше технологиямен алынған көміртекті нанотүтікшелерді қолдана отырып, алюминий негізінде нанокомпозитті материал алынды. Осы көміртекті нанотүтікшелерді алу-синтездеудің кейбір үрдістері толық келтірілген. Көміртекті нанотүтікшелерді алюминий ұнтағы аралысытырып енгізудің эксперименттік жұмыстары өткізіліп жаңа нанокомпозитті материалдың кейбір физика-механикалық қасиеттері өлшенген. Металқалыптамалы нанокомпозиттерде өтетін үрдістер зерттеліп қарастырылған. Осы өткізілген жұмыстардың нәтижесінде осындай нанокомпозитті материалдардың машинажасауда, авиацияда, ұшақжасауда және көптеген өндірістерді қолдану перспективасы көрсетіліп отыр, өйткені жасалатын бұйымдардың салмағын жеңілдетіп беріктігі арта түседі. Сонымен осы алынған нарнокомпозитті материалдардың механикалық және физикалық қасиеттері айрықша жоғары болатыны анықталған және де бұл материалдар көп функционалды болып келеді.

Өзекті сөздер: Көміртекті нанотүтікше; нанокомпозит, алюминий, ұнтақ, металқалыптамалы композит.

Наноматериалдарды алу саласында металдық жүйелерді зерттеу бағыттарына көп көніл бөлінеді және де соңғы кезде көп зерттеулер өткізіліп жатыр. Қазіргі кезде наноқұрылымды бөлшектен (нанотүтікшелер, наноталшықтар..) тұратын жаңа материалдарға сұраныс өте зор. Бұл материалдар көп функционалды, олардың механикалық және физикалық қасиеттері айрықша жоғары болып келеді [1]. Мысалы, пластмассаның, метал құймаларының және керамиканың кейбір түрлеріне көміртекті нанотүтікшелерді енгізіп, алынған материалдардың қаттылығын, иілгіштігін және термотұрақтылық қасиеттерін жақсартуға болады[1-3]. Ал нанокомпозит көп компонентті қатты материал ретінде саналады. Олар бір, екі немесе үш өлшемді 100 нанометрден аспайтын өлшемге ие болады. Сонымен қатар нанокомпозитттердің механикалық, электрлік, термиялық, оптикалық және басқада қасиеттері жай композиттерге қарағанда жоғары болады [1-3]. Бірақ бізді жасанды нанокомпозитті материалдардың калайша жасалатындығы және қалайша қолданылатындығы көбірек қызықтырады. Осыған байланысты бұл жұмыста - көміртекті нанотүтікшелердің негізінде болатын қаттылығы жоғары, үйкеліске төзімді алюминий ұнтағынан алынған нанокмпозитті материалдың зерттеу жұмыстары қарастырылған. Аталып өйткейндей наноматериалдар ерекше қасиеттерге ие. Негізінде нанокомпозитті материал болаттарға қарағанда өте берік болып келеді [2].

Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-да «Материалтану және нанотехнология» зертханасында көміртекті нанотүтікшелер өсіріледі. Осы көміртекті нанотүтікшелерді қолдана отырып, нанокомпозитті материал алынды. Аталып отырған нанотехнология зертханасындағы көміртекті нанотүтікшелер ерекше технологиясымен синтезделеді.

Нанотүтіткшелерді алудын көптеген жолдары бар. Біздің жағдайда көміртекті нанотүтікшелерді газды ортадан тұндыру әдісімен (CVD) алынған.

Жалпы көміртекті наноматериалдардың газды ортада химиялық тұндыру әдісі тесік түйіршікті, талшықты немесе жазық астауға дисперстік катализатордың бөлшегін немесе катализатордың қабатын тұндырудан тұрады, олар көміртегінің бастапқы газымен әсерге түседі [7]. Ал бастапқы газ ретінде көміртегінің монооксиді, көмірсутегі, спирттар, аминдар және басқа органиқалық қоспаларды қолдануға болады. Осы үрдіс реакторда өткізіледі, онда берілген шарттар ұсталынады, өйткені олар көміртегілік наноматериалдарды алуға мүмкіндік жасайды. Көміртегінің бастапқы өнімі катализатордың бөлшектерінде көміртегіге және газ тәріздес өнімдерге ажырайды, ал пайда болған көміртекті наноқұрылым ретінде кристаланады [8]. Көмірсутекті каталитикалық пиролиз процесінде катализаторлар үрдіс кезінде өзгереді, ал біраз уақыттан кейін белсенділігін жоғалтады. Катализатордың құрамына кіретін кейбір компоненттер химиялық өзгеруіне ұшырау мүмкін. Мысалы катализатордың құрамына кіретін металдың оксиды металға дейін қайта қалпына келе алады. Оксидтық байланыстарда металдың валенттілігі өзгеруі мүмкін [6].

Көміртекті нанотүтікшенің өсу үрдісінде катализатордың үлкен бөлшектері өзінен-өзі нанометрлік өлшемге айналады. Сондай-ақ кейбір кезде металдың карбидке айналуы байқалады. Каталитикалық активті бөлшектері металдардың кластерлері мен металдардың қоспалары болып табылады. Олар көміртекті нанотүтікшелерді синтездейтін реактордың қайта қалпына келу атмосферасындағы металдың оксидтерінен пайда болады [6-8].

Дәл осы әдіс ретінде біздің жағдайда кремний төсендісіне темір катализаторымен ацетилен-сутегі-гелий газдарының қоспаларынан тұндыру үрдісін өткіздік. Оның температурасы реакциондық аймақта 690 – 750^{0}С аралығында өтті.

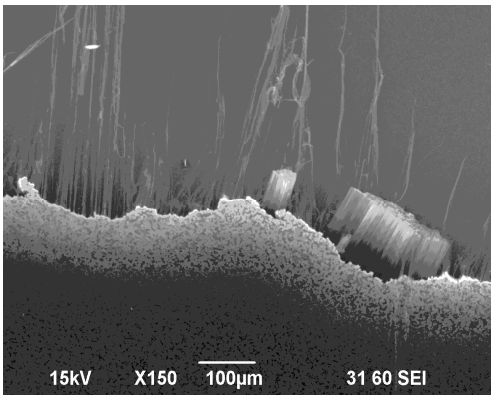
Біздің жағдайда газды ортадан тұндыру әдісімен (CVD) көміртекті нанотүтікшелерді өсіру үшін 5 см-ден 10 см-ге дейінгі диаметрлі кварцтық құбыры орнатылатын үш аймақтық қыздыратын пеш, газды беріп тұратын мөлшерлеу жүйесі мен индукциялық қыздырғыш қолданылды (1-сурет).

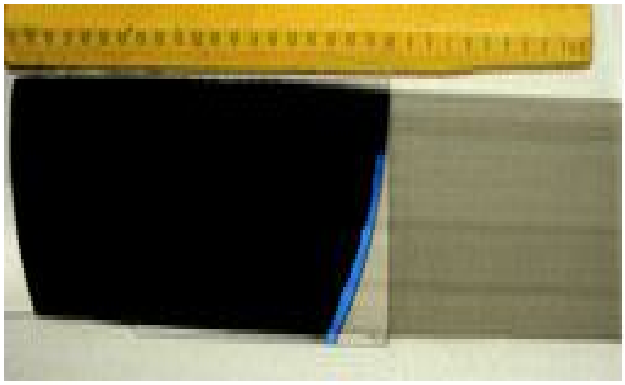
1-сурет. Нанотүтікшелерді синтездеуге арналған жабдық

Көміртекті нанотүтікшелерді алу үшін Не, H_2, C_2H_2 газдарын қолдандық. Кремний төсендісін бізге керек өлшеммен, айна арбаға сиятындай етіп кесіп алдық және сол арбамен пештің ішіне орналастырдық.

Алдымен кремний астауға тозаңдандыру әдісімен вакуумда бір қалыпты қалыңдығы үш нанометр айналасында темір қабатымен тозаңдалады. Темірдің нанобөлшектері көміртекті нанотүтікшенің өсуінің катализаторы ретінде қолданылады.

Жұмыс істейтін камераға астауды орнатқаннан кейін құбырдың ішіне вакуум орнатамыз содан кейін бірте-бірте гелиймен толтырамыз. Гелийді керекті мөлшерде толтырып пешті қыздыруға қоямыз. Пешті қызуын берілген температураның шегіне жеткенше күтеміз. Ол температурада газдың бөлшектері ажырай бастап активті фазаға ауысады, ал астаудағы темірдің қабаты H_2-мен өзара байланысында активті күйге өтеді. Берілген температураға жеткен кезде негізгі жұмыс істейтін газдар (H_2 и C_2H_2) қосылады.





2-сурет. Төсендіде алынған көміртекті нанотүтікшелердің сүреті

Алғашқыда реактордың бірінші аймағы 600–700°С температурада газ тасымалдаушы көміртегілерден тұратын реагенттермен қанығады. Реагенттермен қаныққан газ екінші жоғарғы температуралық зонаға (700–800°С) барады. Онда көмірсутегі көміртегіге дейін ыдырайды, ал катализатор металға дейін ыдырайды. Осы аймақта көміртекті нанотүтікшелердің синтезі жүреді. Катализатордың рөлі мен өсуі әлі күнге дейін толық белгілі емес. Катализатордың металының атомдары өсіп жатқан нанотүтікшенің бөлікшелерінде ауысып жүріп көміртегінің атомын өзіне алып қоюна септігін тигізеді деген пікірде. Бұл процесс "скутер" механизмі деп аталады [7]. Алынған көміртекті нанотүтікшелердің 2 сүретте көрсетілген.

Осылайша көміртекті нанотүтікшелерді алудын CVD жолын қолдандық. Енді осы технологиямен алынған көміртекті нанотүтікшелерді алюминий ұнтағына араластырып үлгілер жасауға кірісеміз. Үлгілерді дайындау үшін алюминий ұнтағына көміртекті нанотүтікшелерді (КНТ) әбден араластырып композитті материал алуға тырысамыз. Ол үшін біз екі үлгі дайндаймыз біріншісі бастапқы таза алюминий ұнтағынан жасалды ал екіншісі алюминий ұнтағына нанотүтікше қосылған үлгі болады. Бірінші үлгіде жай алюминий ұнтағын өзін қоспасыз қолдандық. Әр элементтің керекті мөлшерін алу мақсатында электрондық зертханалық таразыны пайдалана отырып салмақтарын анықтадық: 1) 10 грамм Al; 2) 10 грамм Al + 0,01 грамм КНТ.

Бірінші ұлгіні жасау үшін өлшенген алюминий ұнтағын 6-8 тонналық пресспен нығыздалды. Екінші үлгіде алюминий ұнтағына көміртекті нанотүтікшені бір қалыпты етіп араластырдық. Содан кейін ол да 6-8 тонналық пресспен нығыздалды.

Арықарай нығыздалған үлгілерді үгітіп алмайтындай етіп муфелді пеште 700^0С қыздырып пешпен бірге суытылды.

Осылайша отандық шикізаттарды пайдаланып алюминий ұнтағына 0,01% көміртекті нанотүтікшелерді қостық. Нәтижесінде 3 суретте көрсетілгендей үлгілер жасалып шықты.

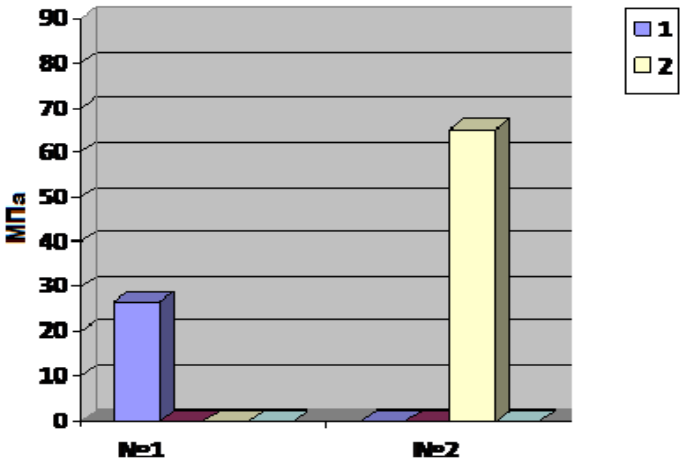
3-сурет. Алюминий ұнтағынан алынған үлгі -1 және алюминий ұнтағына көміртекті нанотүтікшелер косылған үлгі-2.

4-сурет. Илемдеу орнағы және илемденген үлгінің көрінісі

Илемденген үлгілер әртүрлі пішіндес болып шықты. Бірінші үлгі илемдеген кезде сынғыш және ұзындығы қысқа болып шықты. Ал көміртекті нанотүтікше қосылған екінші үлгінің ұзындығы созылмалы және илемденуге икемді болып шыққаның көрдік (4-сурет).

Осы илемденген үлгілердің қаттылығын өлшенді. Роквелл қондырғысында қоспасыз алюминийдің қаттылығын және көміртекті нанотүтікшелер қосылған нанокомпозитті материалдардың қаттылықтары әр түрлі болып шықты.

Қоспасыз алюминийдің яғни бастапқы және көміртекті нанотүтікшелер қосылған нанокомпозитті материалдардың Роквелл қондырғысының көмегімен алынған мәліметтерді салыстырмалы диаграммада көрсетілген (5-сурет).



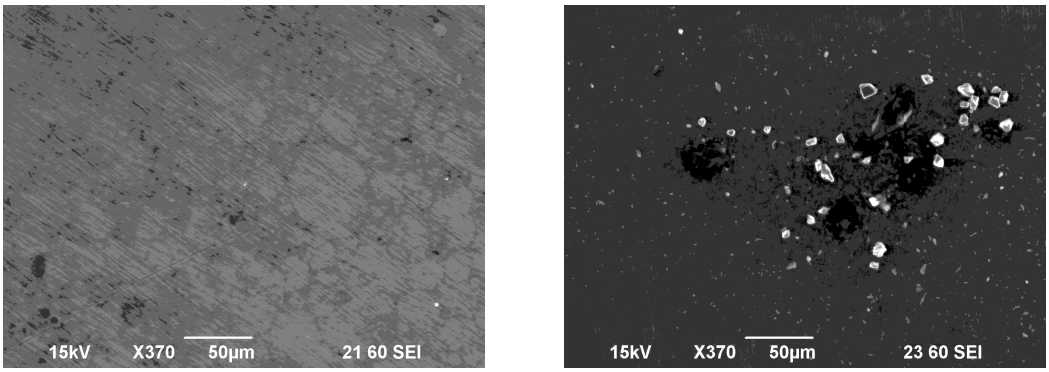
5-сурет. Таза алюминий үлгісі мен алюминийге көміртекті нанотүтікшелер қосылған үлгілердің қаттылығын көрсететін диаграммасы.

Осы диаграммадан байқағандай екінші үлгінің қаттылығы жоғары. Таза алюминий үлгісінің қаттылығы 26 МПа болса, ал екінші үлгінің қаттылығы 65 МПа болғаны көрсетіліп тұр.

Енді осы мәліметтерге сүйене отырып екінші үлгінің қаттылығы мен илемдеу қасиеттері жоғары болғанын аңғарып отырмыз. Яғни жай алюминийден алныған үлгіге қарағанда алюминилі нанокомпозитті материалдың беріктігі жоғары болып шықты деп айтуға болады.

Ары қарай үлгілерді оптикалық микроскоппен талдадық.. Металдар мен қорытпалардың барлық физико-химиялық және механикалық қасиеттері олардың фазалық құрамы мен құрылысына байланысты болады. Қорытпалардың фазалық құрамы оларда кездесетін барлық фазалардың атомдық – кристалдық құрылысымен және олардың салыстырмалы шамаларымен анықталады [3].

Зерттелмекші үлгілердің микроқұрылымын шығарып алу үшін азот қышқылының ерітіндісін (HNO_3 10%-дық ерітіндісі) қолдандық. Микроскоптық талдау металлографиялық МИМ–7 микроскопымен және AXIOVERT 200 MAT үлкен микроскоппен жүргізілді. Төменде 6 сүретте үлгілердің микроқұрылстары келтірілген.



а) б)

6-сурет. а) бастапқы алюминий үлгісінің және б) алюминийлі нанокомпозитті материалдың микрокұрылыстары

Нанокомпозитті материалдың қаттылығының артуы жай алюминий үлгісімен салыстырғандағы нанокомпозиттің құрылымында дисперстік бөлшектердің пайда болу әсерінен артқаны байқалады (6-сурет). Осындай дисперстік бөлшектердің арқасында материалдың механикалық қасиеттері арта түсетіне көз жеткіздік.

Осындай нанокомпозиттерді авиацияда, машинажасау, ұшақжасау жіне т.б конструкциялық материалдар ретінде қолдануы өте тиімді, өйткені бұйымның салмағын жеңілдетіп беріктігін арта түседі. Сондықтан осындай механикалық қасиеттері жоғары болатын және жеңіл бұйымдарды дайындауында қолданатын нанокомпозитті материалдарды алу жолдарын қарастыру өзекті екені анық.

Зерттеу жұмысымызда көміртекті нанотүтікшелерді алюминий ұнтағына қосып, нәтижесінде берік нанокомпозитті материал алынды. Алынған алюминийлі нанокомпозитті материал қарапайым алюминий материалына қарағанда қаттылығы мен беріктігі өте жоғары болып шықты.

Сонымен наноматериалдар ерекше қасиеттерге ие болатына өзіміз тәжрибелі өткізілген жұмыстын арқасында көз жеткіздік. Аталғандай пластмассаларға, метал құймаларына және керамиканың кейбір түрлеріне көміртекті нанотүтікшелерді енгізіп, алынған материалдардың қаттылығын, иілгіштігін және термотұрақтылық қасиеттерін жақсартуға болатына күмән жоқ.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Nanostrukturnye materialy.R.A. Andrievskiy, A.V. Ragulya. –M.: Izdatelskiy tsentr “Akademiya”, 2005. –192s.

2. Mir materialov I tekhnologiy. Nanotekhnologii.Ch.Pul, F. Ouens.–M.: Tekhnosfera, 2004. –327 s.

3. Gusev A.I., Rempel A.A. Nanokristallicheskie materialy.–M.: FIZMATLIT, 2001. –224 s.

4. Gusev A.I. Nanomaterialy, nanostruktury, nanotekhnologii.–M.: FIZMATLIT, 2007. –416 s.

5. Nanotechnology.Global Strategies, IndustryTrendsand Applications./Editedby Jurgen Schulte. Chichester,West Sussex: JohnWiley & Sons Ltd, 2005.

6. Alfimov M.M. zanimatelnye nanotekhnologii –M .:Binom 2011.-96 s.

7. Rakov E.G. //Uspekhov fizicheskikh nauk. Uchebnoe posobie. –M.: Universitetskaya kniga, Logos, 2006.-376 s.

8 Eletskiy A.B.//Uspekhov fizicheskikh nauk 1997. T. 167, №9. 945-972 s.

9. Kiparisov S.S., Libenson G.A. Poroshkovaya metallurgiya –M.: Metallurgiya.1972. –528s.

Ертаев Д.А., Ыбырайымқұл Д.Т., Малаев С.А., Ускенбаева А.М., Мажитов С.Б.

Возможности получения нанокомпозитного материала на основе алюминия

Резюме. Рассматриваются возможности получения новых нанокомпозитных материалов на основе алюминия с добавками углеродных нанотрубок. Приведены экспериментальные работы по введению углеродных нанотрубок в алюминиевый порошок. Исследованы некоторые физико-механические свойства полученного материала.

Ключевые слова: Углеродные нанотрубки; нанокомпозит, алюминий, металллоуглеродные материалы, порошок.

Yertayev D.A., Ybyraiymkul D.T., Malayev S.A., Uskenbayeva A.M., Mazhitov S.B.

Opportunities receiving nanocomposite material based on aluminum

Summary:. This article studies the opportunities of new nanocomposite materials based on aluminium with the addition of carbon nanotubes. The experimental works for the introduction of carbon nanotubes into the aluminium powder have been done. Certain physico-mechanical properties of the material habe been investigated.

Key words: Carbon nanotubes; nanocomposite, aluminium, metal carbon materials, powder.

УДК 622.7:622.342

[1]К.С. Избасханов, [2]М.М. Жакселеков, [3]А.А. Ниязов, [3]С.Т. Шалгымбаев, [3]Э.М. Ли
([1] АО «Национальная горнорудная компания «Тау-Кен Самрук», г.Астана;
[2]АО «Шалкия-Цинк ЛТД», п.Шалкия;
[3]Филиал Республиканского государственного предприятия «Национальный центр комплексной переработки минерального сырья Республики Казахстан» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханобр», Казахстан, г. Алматы.)

ПОЛУПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ КОЛЛЕКТИВНОЙ СХЕМЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ШАЛКИЯ»

Аннотация. Цель работы – наработка в опытно-промышленных условиях различных марок коллективных концентратов, необходимых для гидрометаллургических испытаний.

В лабораторных условиях, на основе изучения вещественного состава полиметаллической руды месторождения Шалкия, отработаны технологические схемы и реагентный режимы получения 3 марок коллективных концентратов.

На опытной фабрике Филиала Казмеханобр в полупромышленных условиях из объемом 15 тонн, произведена наработка коллективных концентратов:

- ККШ - 1 с содержанием свинца 4,83%, цинка 16,75%, в количестве 500,571 кг;
- ККШ - 2 с содержанием свинца 5,51%, цинка 20,25%, в количестве 501,140 кг;
- ККШ - 3 с содержанием свинца 6,39%, цинка 22,26%, в количестве 220,088 кг.

Установлено, что использование коллективной схемы обогащения, позволяет повысить извлечение свинца от 73 до 79 % и цинка от 86 до и 90 % соответственно в зависимости от качества получаемых коллективных концентратов.

Ключевые слова: свинец, цинк, углистое вещество, полиметаллическая руда, минералогия, рудоподготовка, полупромышленные испытания, коллективный концентрат.

Шалкиинское месторождение свинцово-цинковых руд открыто в 1959 году и расположено в Республике Казахстан в Жана-Корганском районе Кызылординской области в 20 км от железнодорожной станции Жана-Корган и в 165 км от г. Кентау.

В 2005-2008 гг. компания «Оутотек» провела исследования по селективной схеме обогащения на пробе руды с содержанием свинца 1,35%, цинка 3,68% в которой, по результатам фазового анализа, свинец на 89,9% а цинк на 93,6% были представлены в сульфидной форме. По результатам проведенных исследований Оутотек разработала базовый проект обогатительной фабрики для переработки 4 млн. тонн руды в год по селективной схеме [1].

В 2008-2009 гг. в ЗАО *«Механобр-Инжиниринг»* проведены исследования по уточнению показателей и технологии обогащения руды месторождения «Шалкия», разработанной Оутотеком. Для повышения сквозного извлечения целевых металлов в 2014 г. АО «Национальная горнорудная компания «Тау-Кен Самрук» заказала ВНИИцветмету провести работу по получению коллективного свинцово-цинкового концентрата. В результате предложена коллективная схема обогащения, позволяющая получить коллективный концентрат с содержанием свинца 7,00 %, цинка 16,80 % при извлечении свинца 80,9 % и цинка 90,4 %.

Сравнительные результаты испытаний флотационных схем едставлены в таблице 1 [2].

Таблица 1. **Сравнительные результаты испытаний различных флотационных схем**

Продукт	Содержание,%		Извлечение,%		Условия проведения исследований
	свинец	цинк	свинец	цинк	
фирма «Оутотек»					Измельчение руды до 80 % - 53 мкм; Доизмельчение хвостов до 80 % - 30 мкм; Доизмельчение Pb конц до 80 % - 18 мкм; Доизмельчение Zn конц до 80 % - 18 мкм;
Свинцовый концен.	43,0-44,6	-	50,0	-	
Цинковый концен.	-	54,0-57,0	-	80,0-85,0	
Цинковый продукт	-	20-33	-	15-20	
Руда	1,35	3,68	-	-	
АО «Механобр-Инжиниринг»					Измельчение руды в 2 стадии до 92 % -

Свинцовый концен.	43,0-44,6	-	50,0-56,5	-	74 мкм; Доизмельчение грубого Zn концентрата до 98,0% - 44 мкм.
Цинковый концен.	-	48,5	-	78,2	
Руда	1,35	3,60	-	-	
ВНИИцветмет					Измельчение руды в до 82 % - 74 мкм;
Коллектив. концен.	7,0	16,80	80,90	90,40	
Руда	1,30	3,50	-	-	

Анализ эмпирических данных, представленных в сводной таблице 1 показывает, что по эффективности полученных результатов и простоте осуществления схемы, наиболее предпочтительной является коллективная схема обогащения.

На основании положительных результатов исследований, полученных ВНИИцветметом по коллективной схеме обогащения, АО «Тау-Кен-Самрук» поручило дочерней компании АО «Шалкия-Цинк ЛТД» произвести наработку коллективных концентратов в необходимом количестве для дальнейших гидрометаллургических испытаний.

Филиалу РГП «НЦ КПМС РК» ГНПОПЭ «Казмеханобр» было предложено на большеобъемной пробе произвести наработку коллективных концентратов марок ККШ-1 ККШ-2 и ККШ-3.

Рудоподготовка и изучение вещественного состава руды

Для проведения технологических испытаний в адрес Казмеханобр от АО «Шалкия-Цинк ЛТД» поступила полиметаллическая свинцово-цинковая руда Шалкиинского месторождения в объеме 15 тонн [3].

На рисунке 1 представлена схема по которой осуществлялась рудоподготовка.

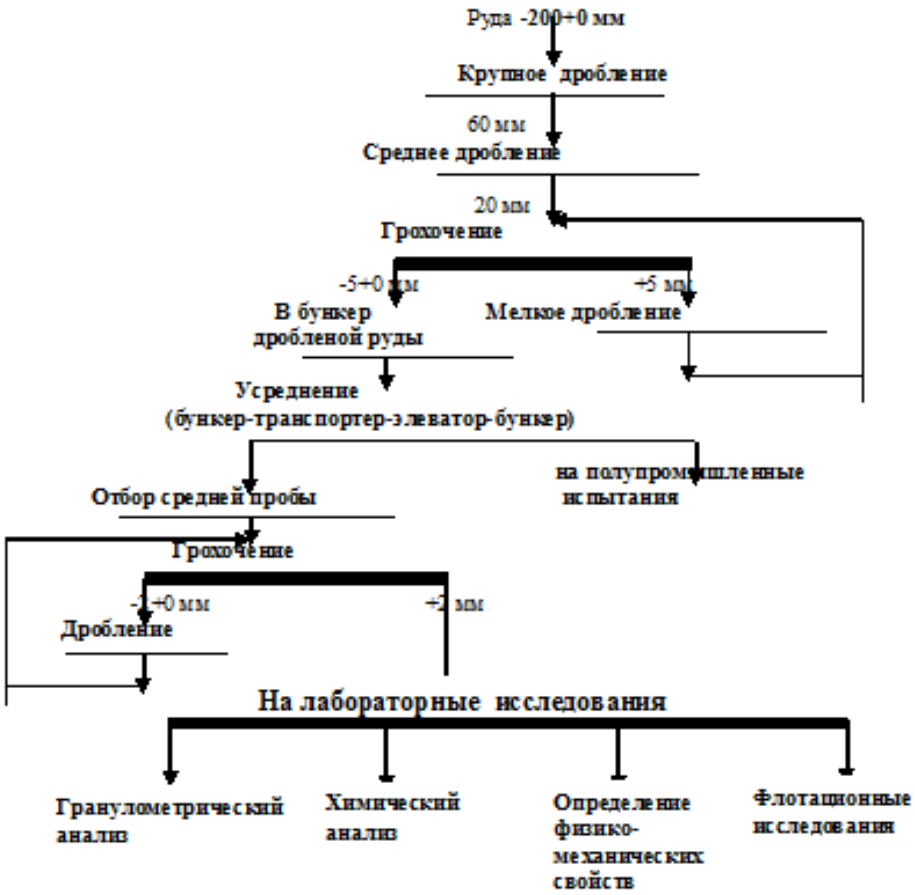


Рис. 1. Схема подготовки руды к технологическим испытаниям

Усреднение всей массы руды осуществлялось по схеме: «бункер-транспортер-элеватор-бункер» не менее 3-х раз. Из усредненной однородной массы руды была отобрана проба руды в количестве 300 кг для лабораторных исследований.

Результаты рентгенофазового анализа руды в виде дифрактограммы приведен на рисунке 2, а в таблице 2 приведен минеральный состав руды.

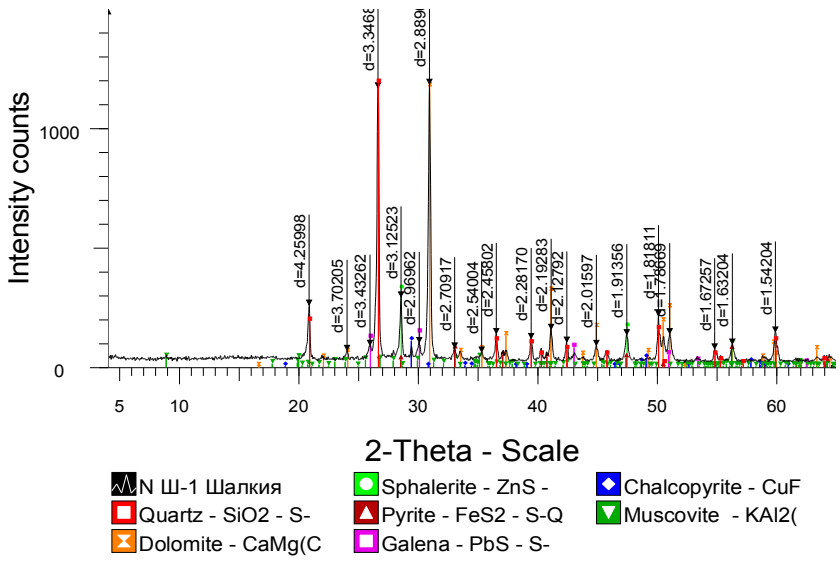


Рис. 2. Дифрактограмма пробы руды

Таблица 2. **Минеральный состав руды**

Минеральный состав, масс.%												
Рудные						Породообразующие						
Сфалерит	Галенит	Пирит	Церуссит	Халькопи-рит	Гидроксиды железа	Кварц	Доломит	Кальцит	Плагиоклаз	Мусковит	Хлорит	Угл. вещ-во
5,0-6,0	1,5-2,0	4,0-5,0	0,3-0,5	знач.	0,7-1,0	41-42	31-32	5-6	2-3	3-4	2,5-3	0,5-0,7

Данные дифрактограммы (рисунок 1) полностью подтверждаются результатами минеральных составляющих (таблица 2), на основе изучения вещественного состава руды: руда характеризует собой свинцово-цинковый тип месторождений, где основные рудные минералы представлены сфалеритом – до 6%, галенитом – порядка 2%, пиритом – 5%, церусситом – около 0,5%, гидроксидами железа – 1%.

Основные промышленно-ценные минералы – сфалерит, галенит, церуссит и сопутствующий – пирит. Текстура руд прожилково-вкрапленная и вкрапленная с размером мономинеральных рудных частиц от 0,003–0,05 до 0,1–0,5 мм.

Вмещающие породы представлены доломитами, известняками, брекчиями, яшмоидами. Из породообразующих минералов в порядке убывания: кварц, доломит, кальцит, мусковит, плагиоклаз, хлорит, углистое вещество.

В таблице 3 приведены результаты химического анализа руды

Таблица 3. **Результаты химического анализа руды**

№ п.п.	Элементы и соединения	Содержание, %	№ п.п.	Элементы и соединения	Содержание, %
1	Свинец	1,15	8	Оксид магния	6,77
2	Цинк	3,46	9	Оксид кальция	11,76
3	Железо	1,80	10	Триоксид алюминия	1,95
4	Сера $_{общая}$	3,35	11	Пентоксид фосфора	0,32
5	Золото, г/т	н/о	12	Оксид натрия	0,24
6	Серебро, г/т	4,0	13	Оксид калия	0,50
7	Диоксид кремния	47,57	14	П.П.П.	12,95

Из таблицы 3 следует, что ценными компонентами в руде являются свинец и цинк: содержание свинца составляет 1,15%, цинка 3,46%. Также в руде содержатся сера 3,35%, железо 1,80 %, диоксид кремния – 47,57%, оксид алюминия – 1,95%, оксид магния 6,77%, оксид кальция 11,76%.

Для определения форм нахождения минералов свинца и цинка был проведен фазовый анализ руды, результаты которых представлены в таблице 4.

Таблица 4. **Результаты фазового анализа руды**

Минералы	**Соединения**	**Содержание, %**	
		абс.	**отн.**
Свинцовые	Сульфидный	0,79	68,10
	Окисленный	0,37	31,90
	Плюмбоярозит	-	-
	Итого:	1,16	**100,0**
Цинковые	Сульфидный	2,85	81,44
	Карбонатный	0,12	3,43
	Силикатный	0,05	1,43
	Нерастворившиеся	0,48	13,71
	Итого:	**3,50**	**100,0**

Из приведенных данных таблицы 4 следует, что свинец на 68,10 % представлен в сульфидной форме, на 31,90 % - в окисленной. Цинк на 81,44% представлен в сульфидной форме, на 3,43% - в карбонатной, на 1,43% - в силикатной и 13,71% составляют нерастворившиеся остатки: алюмосиликаты, цинксодержащие ярозиты и глины.

Сфалерит в средней пробе составляет около 6%. Он представлен железистой разновидностью – марматитом. Ассоциирует с пиритом и галенитом. Во вмещающих породах отмечаются несколько его разновидностей:

1- кристаллическая в виде хорошо окристаллизованных гипидиоморфных индивидов размером до 1–2 и более мм (рисунок 3);

2 - ксеноморфная вкрапленность его тонких (0,003–0,05мм) и мелких (0,4–0,6 мм) зерен (рисунок 4);

3 – колломорфная, образующая вместе с пиритом тонкодисперсные глобули (0,003-0,02 мм) зонального строения (рисунок 5).

Галенита в пробе около 1-1,5% и ассоциирует он со сфалеритом и пиритом, образуя со сфалеритом гипидиоморфнозернистую вкрапленность, сопровождающую прожилкообразные стяжения глобулярного пирита (рисунок 6). Изредка наблюдаются колломорфнозональные почковидные обособления пирита с зонками галенита (в поперечном сечение 0,003мм, рисунок 7). В целом для галенита характерна мономинеральная вкрапленность с размером зерен от 0,05 до 0,1–0,3 мм.

Церуссит в пробе содержится в небольшом количестве и составляет около 0,5% с образованием вкрапленностей в массе карбонатной породы.

Пирит – сопутствующий свинцово-цинковому оруденению минерал, его содержание составляет около 5% и он ассоциирует с вышеназванными минералами, образуя тонкодисперсные глобули и метакристаллы.

Также пирит образует преимущественно прожилкообразные (мощностью 0,5 мм) скопления глобулей диаметром от 0,003 до 0,01 мм ядерная часть которых выполнена мельниковит-пиритом (сажистым дисульфидом железа), периферическая – слабо раскристаллизованным пиритом (рисунок 8). Иногда наблюдаются колломорфно-зональные почковидные образования пирита и галенита (рисунок 7)

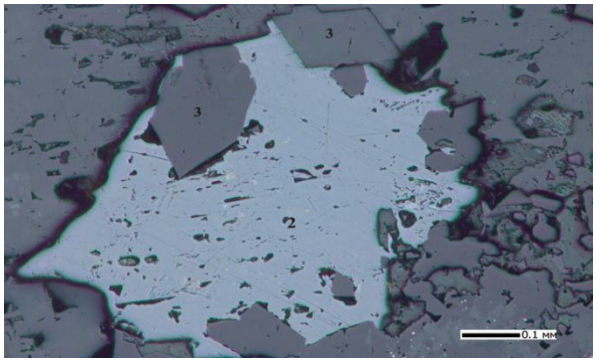


Рис. 3. Кристаллический сфалерит (2) с доломитом (3) в кварце.
Полированный шлиф, увеличение 100^{x}.

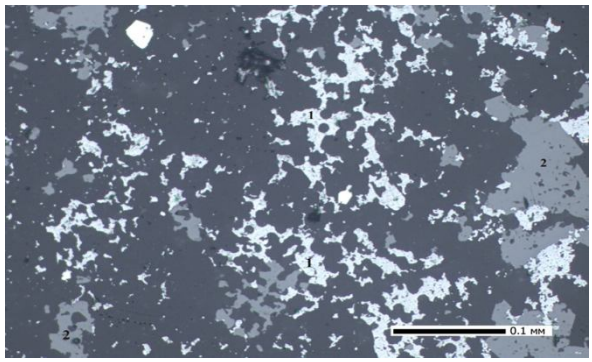


Рис. 4. Тонкозернистые ксеноморфные галенит (1) и сфалерит (2) в известняке.
Полированный шлиф, увеличение 200^{x}.

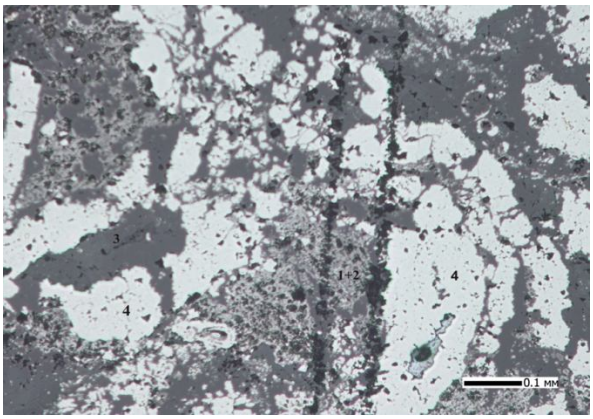


Рис. 5. Колломорфные образование пирита (4), галенита и сфалерита в карбонатной массе (3).
Полированный шлиф, увеличение 00^{x}.

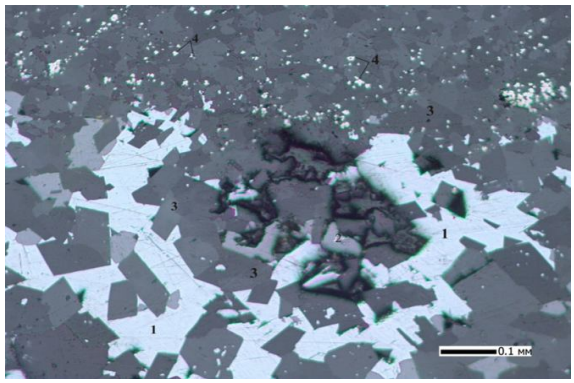


Рис. 6. Кристаллические зерна галенита (1) и сфалерита(2) в доломитовом прожилке (3).
Вверху – вкрапленность глобулярного пирита (4).
Полированный шлиф, увеличение 100^{x}.

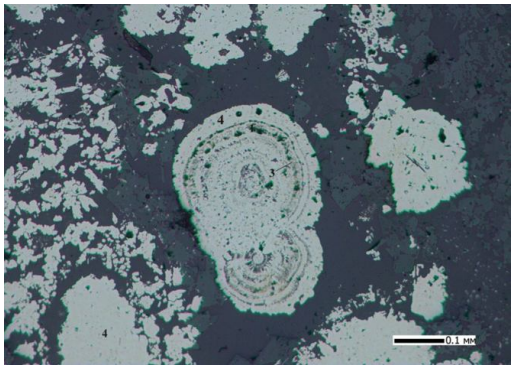


Рис. 7. Колломорфно-зональный почкообразный пирит (4) с тонкими прослойками галенита (3).
Темно-серая – карбонатная порода.
Полированный шлиф, увеличение 100^{x}.

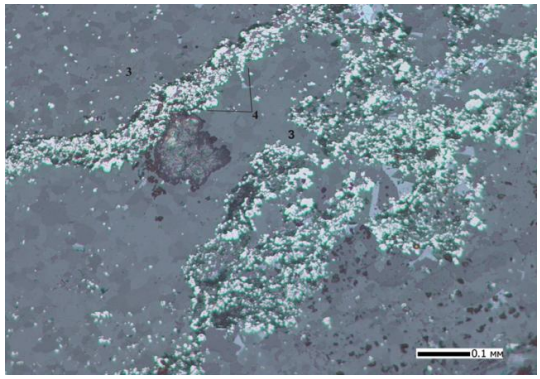


Рис. 8. Прожилок карбоната (3) со скоплениями глобулярного пирита (4).
Полированный шлиф, увеличение 100^{x}.

Полупромышленные испытания по наработке коллективных концентратов

Разработанные в лабораторных условиях технологические схемы и реагентный режимы легли в основу получения коллективных концентратов марок ККШ-1, ККШ-2 и ККШ-3 с содержаниями 16%, 20 % и не менее 22 % по основному металлу - цинку.

На рисунке 9 представлена технологическая схема, предусматривающая получение в полупромышленных условиях коллективного концентрата марки ККШ-1, с содержанием цинка не менее 16 %.

Для получения коллективного концентрата марки ККШ-2 , содержащего не менее 20% по цинку была предусмотрена дополнительная операция - третья перечистка коллективного концентрата.

Возможность получения коллективного концентрата ККШ-3, содержащего не менее 22% по цинку была обеспечена как за счет третьей перечистки коллективного концентрата, так и введения операции, обеспечивающей вывод из процесса хвостов 1 перечистки дофлотации цинка.

Наработка коллективных концентратов осуществлялась на опытной обогатительной фабрике Филиала Казмеханобр производительностью 60 кг/час с использованием следующего основного оборудования:

- измельчение руды проводилось в шаровых мельницах объемом 60 дм^3, работающих в замкнутом цикле со спиральными классификаторами;
- I и II коллективную флотацию, дофлотация цинка, перечистные операции проводили во флотомашинах «Механобр» объемом камер 12 дм^3;
- подача реагентов осуществлялось использованием автоматических дозаторов;
- сливы классификаторов перекачивались диафрагмовыми насосами, пром.продукты флотации – песковыми.

Таблица 5. **Технологические показатели, полученные при наработке в полупромышленных условиях 3 марок коллективных концентратов**

№ п.п.	Продукты	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
			Pb	Zn	Pb	Zn
1	Коллективный концентрат	9,80	6,65	18,58	56,50	53,15
	Концентрат дофлотации цинка	9,37	2,79	13,51	22,70	36,88
	Общий концентрат ККШ-1	**19,17**	**4,76**	**16,10**	**79,20**	**90,03**
	Хвосты отвальные	80,83	0,296	0,42	20,80	9,97
	Руда	**100,0**	**1,15**	**3,43**	**100,0**	**100,0**
2	Коллективный концентрат	9,04	7,67	21,73	61,42	56,46
	Концентрат дофлотации цинка	6,48	2,66	17,73	14,93	32,86
	Общий концентрат ККШ-2	**15,52**	**5,58**	**20,06**	**76,35**	**89,32**
	Хвосты отвальные	84,48	0,32	0,44	23,65	10,68
	Руда	**100,0**	**1,14**	**3,43**	**100,0**	**100,0**
3	Коллективный концентрат	9,20	8,14	23,56	63,20	63,15
	Концентрат дофлотации цинка	3,92	2,91	20,48	9,92	23,41
	Общий концентрат ККШ-3	**13,12**	**6,58**	**22,65**	**73,13**	**86,56**
	Хвосты отвальные	86,88	0,35	0,53	26,87	13,44
	Руда	**100,0**	**1,14**	**3,47**	**100,0**	**100,0**

Из таблицы 5 данных следует, что в полупромышленных условиях наработаны 3 марки коллективных концентратов:

ККШ – 1, с содержанием свинца 4,76%, цинка 16,10% и извлечении свинца79,20 % и цинка 90,03 %;

ККШ – 2, с содержанием свинца 5,58%, цинка 20,06% и извлечении свинца 76,35 % и цинка 89,32 %;

ККШ - 3 с содержанием свинца 6,58%, цинка 22,65% и извлечении свинца 73,13 % и цинка 86,35 %.

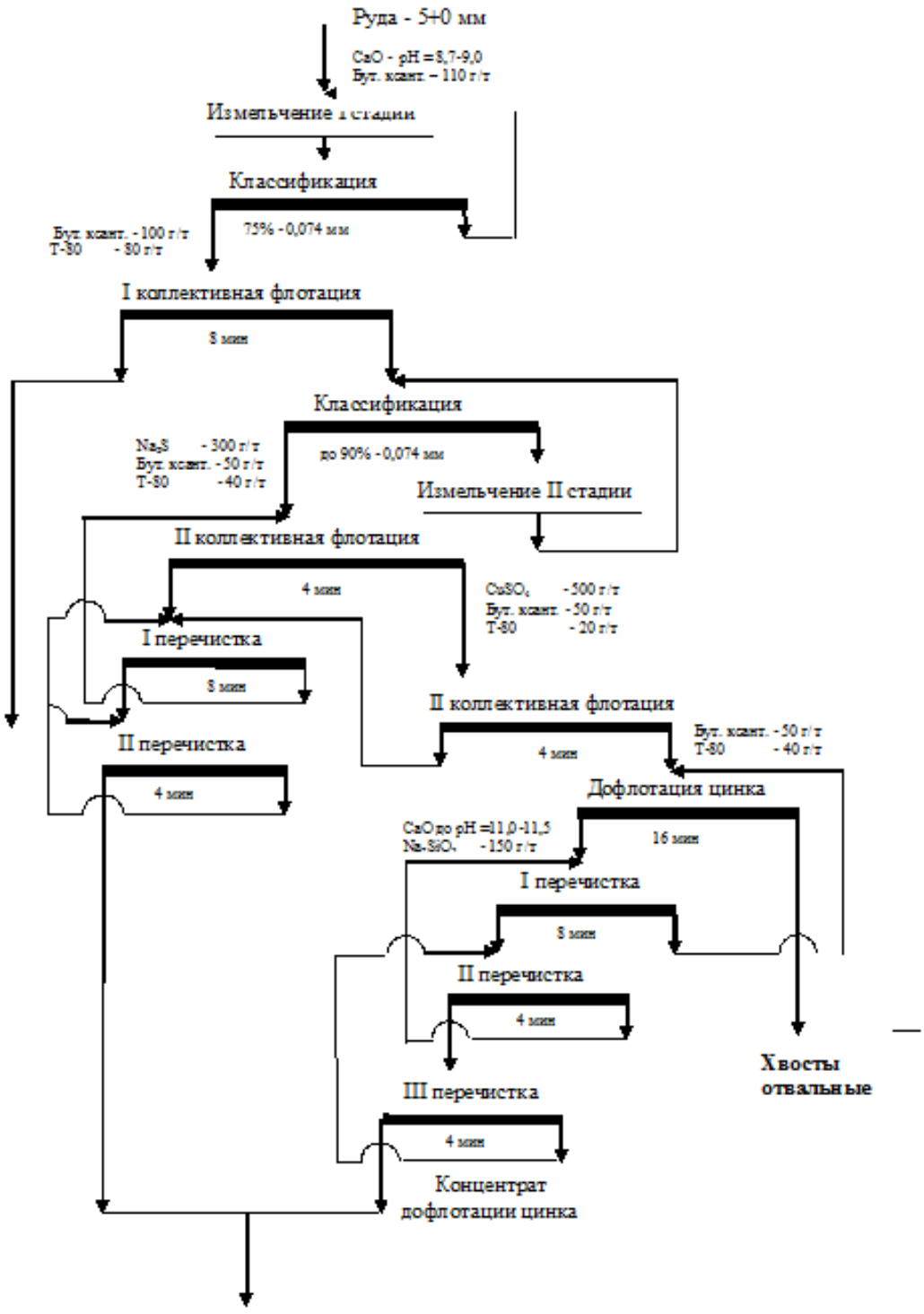


Рис. 9. Схема переработки руды в полупромышленных условиях для наработки коллективного концентрата с содержанием цинка 16 % марки ККШ-1

Видно, что повышение содержания свинца и цинка в коллективный концентрат сопровождается снижением их извлечения и соответственно и выхода. Так, повышение содержания основного металла цинка с 16,10 до 22,65 % в коллективном концентрата, с марки ККШ-1 до ККШ-3, сопровождается соответствующим снижением технологических показателей, снизилось извлечение: свинца на 6,07 % (с 79,20 до 73,13%), цинка на 3,47% (с 90,03 до 86,56%) при общем снижении выхода на 6,05 % (с 19,17 до 13,12%).

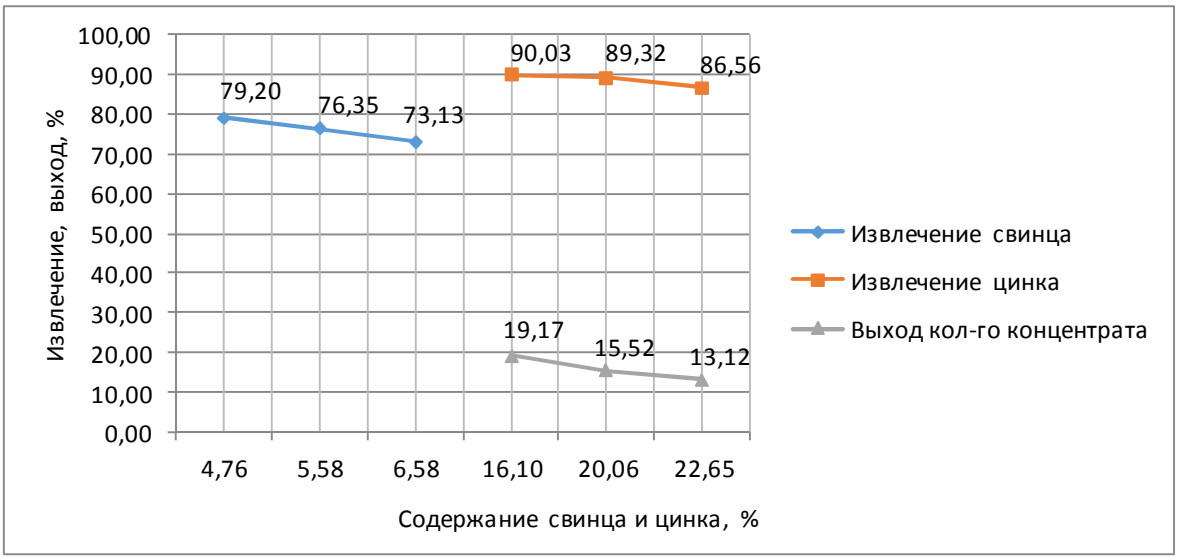


Рис. 10. График зависимости извлечения и выхода свинца и цинка от их содержания в коллективном концентрате

Таким образом установлено, что использование коллективной схемы обогащения, позволяет извлечь свинца от 73 до 79 % и цинка от 86 до 90 % соответственно в зависимости от содержания свинца и цинка в получаемых коллективных концентратах.

Наработанные в полупромышленных условиях коллективные концентраты

паспортизированы, а именно подтверждены проведением следующих анализов: полный химический, фазовый, минералогический и гранулометрический (таблицы 6- 9).

Таблица 6. **Результаты полного химического анализа коллективных концентратов**

Продукты	Содержание, %											
	Pb	Zn	Fe	SiO_2	Cd	Co	Bi	Ge	Ag, г/т	CaO	MgO	$S_{общ.}$
ККШ-1	4,83	16,75	6,55	34,11	0,034	0,00094	0,00034	-	10,0	3,51	2,65	15,95
ККШ-2	5,51	20,25	6,65	32,55	0,0375	0,00087	0,00038	-	12,6	2,84	2,37	17,16
ККШ-3	6,39	22,26	6,42	26,39	0,0437	0,01067	0,00027	0,00042	17,4	1,48	1,31	22,17

Из таблицы 6 следует, что с повышением качества коллективного концентрата наблюдается заметное повышение содержания серебра на 7,4% (с 10 до 17,4 г/т) и редких металлов –кадмий, кобальт и германий. В тоже время наблюдается снижение таких вредных сопутствующих соединений как диоксид кремния, оксиды кальция и магния.

Таблица 7. **Фазовый анализ коллективных концентратов**

Минералы	Соединения	Содержания, %					
		ККШ-1		ККШ-2		ККШ-3	
		абс.	отн.	абс.	отн.	абс.	отн.
Свинцовые	Сульфидный	3,58	73,21	3,78	68,60	4,74	74,06
	Окисленный	1,31	26,79	1,73	31,40	1,66	25,94
	Итого	**4,89**	**100,0**	**5,51**	**100,0**	**6,40**	**100,0**
Цинковые	Сульфидный	16,06	95,88	19,33	95,46	21,00	94,34
	Карбонатный	1,28	7,64	0,92	4,54	1,26	5,66
	Силикатный	-	-	-	-	-	-
	Итого	**16,75**	**100,0**	**20,25**	**100,0**	**22,26**	**100,0**

Фазовый анализ, представленный в таблице 7 показывает, повышение сульфидности получаемых коллективных концентратов до 74,06 % против 68,10 % в руде (таблица 4),что согласуется с данными таблицы 7: с повышением марочности концентрата содержание общей серы возрастает с 15,95 % до 22,17 %.

Таблица 8. **Минералогическая характеристика рудных частиц**

Минералы	ККШ-1		ККШ-2		ККШ-3	
	сод., % отн.	размер зерен, мм	сод., % отн	размер зерен, мм	сод., % отн	размер зерен, мм
Сфалерит: свободный	95	0,003; 0,007; 0,02; 0,05; 0,07	96	0,003; 0,007; 0,02; 0,05; 0,07	98	0,003; 0,007; 0,01; 0,02; 0,05; 0,07
Сростки сфалерита:						
с породообразующими	3	0,015; 0,03	3	0,01; 0,02; 0,07	1	0,01; 0,03;0,05
с пиритом	1	0,007; 0,01	-	-	-	-
с галенитом	1	0,007; 0,015	1	0,007; 0,015	1	0,01; 0,02; 0,07
Галенит: свободный	95	0,007; 0,015; 0,03	97	0,007; 0,015; 0,02; 0,04; 0,07	97	0,01; 0,02; 0,04; 0,05
Сростки галенита:						
со сфалеритом	5	0,007; 0,01	2	0,02; 0,03	3	0,02; 0,015
с породообразующими	-	-	1	0,01; 0,02	-	-
Пирит: свободный	93	0,003; 0,007; 0,01; 0,03	97	0,003; 0,007; 0,015; 0,03; 0,05	97	0,003; 0,007; 0,03; 0,05; 0,07
Сростки пирита:						
со сфалеритом	2,0	0,007; 0,01; 0,05; 0,07	-	-	-	-
с породообразующими	5	0,007; 0,01; 0,02	3	0,003; 0,007	3	0,02; 0,04

Таблица 9. **Гранулометрическая характеристика коллективных концентратов**

Классы крупности, мм	Выход, %		
	ККШ-1	ККШ-2	ККШ-3
+0,1	2,24	1,48	0,65
-0,1+0,074	5,15	5,71	3,55
-0,074+0,044	13,46	15,13	12,30
-0,044+0	79,15	77,68	83,50
Итого:	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Результаты гранулометрического анализа коллективных концентратов марки ККШ-1, ККШ-2 и ККШ-3 (таблица 9) свидетельствует о том, что они от 77,68 до 83,50 % представлены классом минус 44 микрона. Содержание верхнего класса крупности плюс 0,1 мм незначительно и составляет от 0,65 до 2,24 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асончик К.М. Исследование по уточнению схемы и показателей обогащения руды месторождения Шалкия / К.М. Асончик, М.М. Жакселеков // Обогащение руд, 2009, № 3. – С.3-6.

2. Исследования по оценке возможности получения коллективных концентратов из свежих и лежалых руд месторождения Шалкия (2 пробы): Отчет о НИР / ВНИИцветмет; руководитель Иванов Г.И. – г. Усть-Каменогорск, 2014. – 55 с.

3. Наработка коллективного концентрата в полупромышленных условиях из полиметаллической руды месторождения «Шалкия»: Отчет о НИР /Казмеханобр; руководитель Ли Э.М.– г. Алматы, 2015. – 80 с.

Избасханов К.С., Жакселеков М.М., Ниязов А.А., Шалғымбаев С.Т., Ли Э.М.

«Шалкия» кен орны полиметалды шикізатты байытудың бірлескен сызбасына жартылай өндірістік сынақтар жүргізу

Түйіндеме. Жұмыс мақсаты – гидрометаллургиялық сынаққа қажетті әр-түрлі маркалы бірлескен қойыртпаларды тәжірибелі – өндірістік жағдайында пысықтау.

Шалқия кен орнының полиметалдық шикізаттың заттық құрамын зерделеу негізінде зертханалық жағдайда технологиялық сызбалар және бірлескен қойыртпалардың 3 маркасын алудың реагенттік тәртібі пысықталды.

Казмеханобр филиалының тәжірибелі фабрикасында жартылай өндірістік жағдайында мөлшері 15 тонна бірлескен қойырпаларды пысықтау жұмыстары жүргізілді:

- ККШ - 1 құрамында қорғасын 4,83%, мырыш 16,75%, мөлшері 500,571 кг;
- ККШ - 2 құрамында қорғасын 5,51%, мырыш 20,25%, мөлшері 501,140 кг;
- ККШ - 3 құрамында қорғасын 6,39%, мырыш 22,26%, мөлшері 220,088 кг.

Байытудың бірлескен сызбасын пайдалану алынған бірлескен қойырпалардың сапасына тиісті қорғасын 73% ден бастап 79 % дейін және мырыш 86% ден бастап 90 % дейін алуын арттыруға мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: қорғасын, мырыш, күйелі зат, полиметалды шикізат, минералогия, шикізатты дайындау, жартылай өндірістік сынақтар, бірлескен қойыртпа.

Izbaskhanov K.C., Ramazanov B.M., Zhakselekov M.M., Niyazov A.A., Shalgymbaev S.T. Lee E.M.,

Pilot test of collective enrichment schemes of complex ore in "Shalkiya" deposit

Summary. The purpose of the work is an exploratory works for getting the different brands of collective concentrates in experimental-industrial conditions required for the hydrometallurgical tests.

Based on the study of the material composition of complex ore deposits of Shalkiya, in laboratory conditions, the processing schemes and reagent regimes for obtaining 3 types of collective concentrates were explored thoroughly.

In the pilot plant of the Kazmehanobr branch in testing conditions out of 15 tons of ore the following collective concentrates were extracted:

- KCS - 1 with a lead content of 4.83%, zinc of 16.75% in an amount of 500.571 kg;
- KCS - 2 with a lead content of 5.51%, zinc of, 20.25% in an amount of 501.140 kg;
- KCS - 3 with a lead content of 6.39%, zinc of22.26%, in an amount of 220.088 kg.

It was found that the use of the collective enrichment scheme improves extraction of lead from 73% to 79% zinc and from 86% to 90% respectively depending on the quality of the collective concentrates.

Key words: lead, zinc, carbonaceous matter, polymetallic ore, mineralogy, ore preparation, pilot tests, collective concentrate.

УДК 004.9:519.8(075.8)

А.А. Шарипбаев, А.Б. Барлыбаев
(Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева,
Астана, Республика Казахстан, e-mails: sharalt@mail.ru, frank-ab@mail.ru)

МЕТОДОЛОГИЯ СМАРТ-ОБРАЗОВАНИЯ КАК НОВАЯ ФОРМА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ УСЛУГИ

Аннотация. Стремительное развитие ИКТ влияет на традиционные формы и на услуги в области образования. Быстрые перемены в мире приводят к изменению способов обучения применяемых в образовании. Ради сохранения профессионального уровня специалисты обязаны постоянно изучать новые процессы, технологии, технику. Постоянная переменчивая ситуация на трудовом рынке заставляет большинство людей в корне менять свою специализацию или обучаться новым знаниям [1]. Хотя мировая индустрия электронного образования по самым скромным подсчётам составляет 56 млрд. долларов [2] но нынешний мировой уровень качества электронного образования очень низок. В Казахстане сектор электронного образования почти отсутствует, процентная доля обучающихся в электронном образовании низок, есть системы автоматизирующие процесс традиционного обучения, но это не электронное (дистанционное) обучение. Количество студентов со всего мира в настоящее время больше 150 млн. человек. Электронное обучение, как правило, на 25-60% короче по продолжительности, чем традиционные занятия, но процент качества такого образования низок [3]. Проблема качества лежит в монотонности электронных ресурсов (как правило простой набор информации), а также в отсутствии диалога с обучающимся, ведь некоторая часть таких электронных ресурсов вызывает массу вопросов у студента, у электронного ресурса просто нет возможности ответить на вопросы студентов. Эту проблему можно решить если заменить монотонные электронные ресурсы на умные учебники (smart-tutor), а также заменить системы электронного образования на интеллектуальные обучающие системы. Место преподавателя или простого учебника заменит smart-tutor, интеллектуальные виртуальные

преподаватели и учебники. При этом интеллектуальное электронное обучение будет короче по продолжительности и будет иметь высокое качество [4].

Ключевые слова: смарт-образование, электронное обучение, интеллектуальное электронное обучение, интеллектуальные обучающие системы, смарт-тьютор.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Электронное обучение (э-обучение, e-learning) – взаимодействие тьютора (преподавателя) и обучающихся между собой на дистанции, реализуемые сетевыми средствами и информационными технологиями, в том числе и Интернет, предусматривающими интерактивность [5].

Интеллектуальное электронное обучение (intelligent e-learning или smart e-learning) – взаимодействие тьюторов и персонала обучающей организации со студентами частично или полностью заменено на взаимодействие с интеллектуальной обучающей системой, и имеет следующие свойства и функции: Адаптивность интерфейсов; Возможность представления и обработки знаний; Самообучаемость; Самопроверяемость; Возможность вести письменный и устный диалог; Интеллектуальный интерфейс (смарт-интерфейс) – онлайн справочный агент (модуль), который самостоятельно может вести устный или письменный диалог с пользователями; Интеллектуальное электронное учебное издание (смарт-тьютор), имеет способность самостоятельно обучать и оценивать знания обучающихся и самого себя [6-8].

В исследованиях данного направления используется понятие интеллектуальных обучающих систем (ИОС). Понятие ИОС зародилось в 1970 году в работах Дж. Карбонелла [9], в 80-е годы XX века были предложены различные классификации обучающих систем, включая ИОС в работах таких ученых как В. Стефанюк [10], П. Брусиловский [11], В. Петрушин [12]. На ранних стадиях развития ИОС подходы, разработанные в рамках исскуственного интеллекта, использовались лишь для представления знаний из предметной области. С середины 80-х годов в состав ИОС стала в явном виде включаться информация об обучаемом (в частности, модель идеального обучаемого) и стратегиях обучения. В 90-е годы при построении ИОС начали применять агентно-ориентированную технологию [13].

Вопросы построения и использования экспертных обучающих систем рассматривались в работах Адамович И.М., Черевик Д.В., Бабанина Л.Н., Брусиловского П.Л., Баловнева О.Т., Казеннова А.Ю., Берестовой В.И., Заволович О.В., Рыбиной Г.В., и других. Принципы построения систем диалога для экспертной обучающей системы рассмотрены в работах Машбиц Е.И., Андриевской В.В., Комиссаровой Е.Ю., и других. Подходы к построению архитектуры экспертных обучающих систем рассматривались Голенковым В.В., Поповым Э.В., Фоминых И.Б., Кисель Е.Б., Шапот М.Д., Петрушиным В.А. [14].

Проблемами разработки интеллектуальных обучающих систем продолжительное время занимаются ученые России (ТПУ, ВШЭ, НГТУ, БГУИР) и Казахстана (ЕНУ, КазНТУ, КарГТУ, ВКГТУ), а также зарубежных стран (США, Великобритания, Германия, Франция, Япония, Китай).

Известные университеты электронного обучения за рубежом: Национальный технологический университет (США, программы электронного обучения по инженерным специальностям), Открытый университет Хаген (Германия), INTEC-колледж Кейптауна (ЮАР), Испанский национальный университет электронного обучения, Открытая школа бизнеса Британского открытого университета, Австралийская территориальная информационная сеть.

Электронное обучение в широкой практике связывают с высшим образованием. Самые известные системы электронного обучения были разработаны для университетов применяющих дистанционное обучение. Поэтому мы выбрали начать интеллектуализацию с высшего образования. В качестве названия для интеллектуальной системы высшего образования мы выбрали – интеллектуальный электронный университет или смарт-университет.

В мире много систем электронного обучения, много компаний занимающихся этим видом бизнеса. Но можно сказать, что, ни одна из существующих систем полностью не отвечает требованиям участников образовательных процессов, таким системам не хватает интеллектуальности [15].

При разработке смарт-университета будут использованы технологии объектно-ориентированного программирования, технологии MVC, пост-реляционная ООСУБД Cache, bootstrap, angularjs. При разработке интеллектуальных функций будут использованы базы знаний, семантические сети, data mining, фрактальная теория, когнитивная графика, нечеткая логика, классические экспертные системы, нечеткие экспертные системы, генетические алгоритмы, мягкие вычисления, морфологические и синтаксические анализаторы, семантические анализаторы,

распознавание изображений, распознавание звука, речевые технологии. Научная новизна заключается в том, что впервые предлагается провести интеллектуальный анализ обработки данных (data mining) используемых в образовательных процессах, а также создание онтологической модели интеллектуального электронного университета, алгоритмы и программы автоматизации контроля и оценки знаний обучающихся без вмешательства человека с возможностями речевого общения.

Использование интеллектуальных моделей и алгоритмов вызовет большой резонанс среди ученых, работающих в направлении интеллектуальных информационных систем, так как будет общедоступным интеллектуальным информационным продуктом. Ведущим мотивом для (в основном начинающих) научных сотрудников в нашей исследовательской группе является самоценность научно-исследовательской работы, возможность реализовать свой творческий потенциал, участие в экономико-социальном актуальном научном проекте.

Внедрение данного смарт-университета в массы позволит ускорить темп обучения людей, повысит кадровую конкурентную способность населения на высшем мировом уровне. Учебные заведения получат возможность привлечения в процесс обучения преподавателей с мировым именем без просьбы переехать в Казахстан. Многие предприятия заинтересованы в быстром и качественном повышении квалификации своих сотрудников, так как для этой цели более 77% американских компании используют электронное обучение.

Смарт-университет вызовет большой резонанс среди ученых работающих в направлении интеллектуальных информационных систем. Результаты проекта можно использовать в развитии умных систем не только в области образования (умные школы, умные колледжи, умные центры повышения квалификации на предприятии), но и в медицине, юриспруденции, электроном правительстве и т.д.

Описание принципиального отличия идей смарт-университета от существующих аналогов – замена взаимодействия персонала обучающей организации со студентами на взаимодействие с smart e-learning. Замена реальных тьюторов (преподавателей) на интеллектуальные электронные учебные издания (smart-tutor).

Аналогичных промышленных систем, используемых в мире, практически нет, а методы и алгоритмы, которые лежат в основе таких систем достаточно наукоемки и только приобретают популярность в академической среде Казахстана.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ (ДАЛЕЕ ИОС)

Интеллектуальные обучающие системы состоят из четырех основных компонентов, основанных на общем консенсусе среди исследователей (Нвана, 1990; Фридман, 2000; Нкамбу и др. 2010.):

1. Доменная модель (предметная область);
2. Модель студента;
3. Модель преподавателя;
4. Модель пользовательского интерфейса.

Модель предметной области (также известная как когнитивная модель или экспертная модель знаний) построена на теории ACT-R (адаптивное управление рационального мышления), которая пытается учесть все возможные меры, необходимые для решения проблемы. Подробнее, эта модель состоит из концептов, правил и стратегии решения задач самообучения доменной области. Она может исполнять несколько ролей: как источник экспертного знания, стандарт для оценки производительности студентов или для выявления проблем и т.д.

Модель студента может пониматься как покрышка доменной модели. Она рассматривается как ядро компонента системы интеллектуального обучения, обращая особое внимание на когнитивные способности и влиятельные состояния, и их оценки в качестве успеха учебного процесса. Каким способом студент работает пошагово через процесс решения проблем, таким же способом система занимается процессом трассирования модели. В любое время модель студента отклоняется от доменной модели, которую определила система, или метками в которых произошли ошибки.

Модель преподавателя принимает информацию от доменной модели и модели студента, между стратегиями обучения и действиями. В любой момент, в процессе решения проблем обучающийся может попросить руководство что делать дальше, относительно их текущего положения в модели. В дополнение, система распознает когда обучающийся отклонился от правил продукций моделей и обеспечивает своевременную обратную связь для обучающего, в результате короткого периода времени достигает мастерства в целевых навыках. Модель преподавателя может включать несколько

сотен правил производства, которые могут быть заданы в одном из двух состоянии, обучено или нет. Каждый раз, когда обучающийся успешно применяет правило к проблеме, система обновляет вероятностную оценку, которая означает что обучающий изучил правило. Система продолжает обучать студентов на упражнениях, которые будут требовать эффективное применение правил до тех пор, пока вероятность освоения правил достигнет как минимум 95%.

Трассировка знаний отслеживает прогресс учащегося от проблемы к проблеме и строит профиль сильных и слабых сторон по отношению к правилам продукций. Когнитивная обучающая система, разработанная Джоном Андерсоном из Университета Карнеги-Меллона, представляет информацию от трассировки знаний в метрику способностей, визуального графика успеха учащегося в каждом из контролируемых навыков, связанных с решением проблем алгебры. Когда ученик просит намек, или делает ошибку, данные трассировки знания и метрика способностей обновляются в режиме реального времени.

Пользовательский интерфейс как компонент «интегрирует три типа информации которые нужны в проведении диалога: знание о шаблонах интерпретаций (понимание говорящего) и действия (генерация высказывания) в диалогах; знание о домене нужно для связи контента и цели».

ПРИМЕРЫ В ОБУЧЕНИИ

Algebra Tutor PAT (PUMP Algebra Tutor or Practical Algebra Tutor) разработанный Питтсбургским Расширенным Познавательным Преподавательским Центром в Университете Карнеги-Меллона, привлекает студентов в закрепленные проблемы обучения и использует современные алгебраические инструменты для того, чтобы вовлечь студентов в решении проблем и в обмене их результатов. Цель PAT заключается в подключении к студенческим предварительным знаниям и повседневному опыту в математике для того, чтобы способствовать росту.

Mathematics Tutor (Beal, Beck и Woolf, 1998) помогает студентам решать задачи, используя дроби, десятичные и процентные. Преподаватель записывает показатели успеха, а студент работает над проблемами,. Последующие проблемы, которые выбраны на основе способности студента и желаемого времени оценивается в котором студент должен решить проблему.

eTeacher (Schiaffino и другие, 2008) является интеллектуальным агентом, который поддерживает индивидуальное электронное обучение с помощью. Он строит студенческие профили пока наблюдает студенческую работу в онлайн-курсах. eTeacher затем использует информацию от исполнения студента чтобы предложить персонализированные курсы действий, направленные на оказание помощи их процессу обучения.

ZOSMAT был разработан, чтобы решить все потребности реального класса. Отсюда следует и направляет студента на разных этапах процесса обучения. Это студентно-ориентированный ИОС делает это путем записи прогресса в обучении студента и программные изменения студента, основанные на усилиях студента. ZOSMAT может быть использован, как и для индивидуального обучения так и в реальной среде класса наряду с руководством преподавателя (человеком).

REALP был разработан, чтобы помочь студентам повысить их понимание прочитанного, предоставляя читателю конкретную лексическую практику и предлагая персонализированную практику с использованием ее, аутентичные материалы для чтения, собранных из Интернета. Система автоматически построит модель пользователя в соответствии с работой студента. После чтения, студент получает ряд упражнений, основанных на целевом словарном запасе, который нашли в чтении.

CIRCSIM-Tutor является интеллектуальной обучающей системой, которую используют с первого года студенты-медики на Иллинойском институте технологий. Он использует естественный диалог, основанный, на языке Сократа, чтобы помочь студентам узнать о регулировании кровяного давления.

Why2-Atlas ИОС, которая анализирует студентов объясняя принципы физики. Студенты вводят свои работы в форме парагрофа и программа преобразует эти слова в доказательства, делая предположения о студенческих убеждениях, основанных на их объяснениях. При этом, заблуждения и неполные объяснения будут выделены. Затем система обращается к этим проблемам путем диалога со студентами и спрашивает студента, чтобы исправить их эссе. Количество итераций может происходить до завершения процесса.

SmartTutor. Университет Гонконга (HKU) разработали SmartTutor для удовлетворения потребностей продолжающих обучение студентов. Персонализированное обучение было определено в качестве ключевой необходимости в обучении взрослых в HKU и SmartTutor стремится заполнить

эту потребность. SmartTutor обеспечивает поддержку для студентов, комбинируя технологии Интернета, педагогических исследований и искусственного интеллекта.

AutoTutor помогает студентам колледжа в изучении компьютерного оборудования, операционных систем и Интернета в качестве вводного курса компьютерной грамотности по имитации моделей дискурсивных шаблонов и педагогических стратегии человека преподавателя. AutoTutor пытается понять что вводит с клавиатуры студент, а затем формулирует шаги диалога с обратной связью, подсказок, намеков и коррекции.

ActiveMath является веб-ориентированной адаптивной средой обучения по математике. Эта система стремится к улучшению долгого дистанционного обучения, для дополнения традиционного учения в классе, а также для поддержки индивидуального обучения и обучения на протяжении всей жизни.

ESC101-ITS разработан Индийским институтом технологий, Канпур, является интеллектуальной обучающей системой для вступительных задач по программированию.

ТЕКУЩИЕ И БУДУЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ

В некоторых аспектах, в которых люди-переподаватели могут что-то сделать, ИОС по-прежнему ограничены, например, в области диалога и обратной связи. Одной из причин этих ограничений является то, что люди-переподаватели могут интерпретировать эмоциональное состояние студента. Современные исследования сосредоточены на том, чтобы улучшить эти качества ИОС, чтобы сделать его более эффективным.

Люди-переподаватели имеют возможность понять тон лица и интонацию в диалоге со студентом, и интерпретировать это, чтобы обеспечить постоянную обратную связь через происходящий диалог. Интеллектуальные обучающие системы в настоящее время разрабатываются, чтобы попытаться сымитировать естественные разговоры. Чтобы получить полный опыт диалога существует много различных областей, в которых должен быть запрограммирован компьютер, в том числе в состоянии понять тон, интонацию, жесты, и выражение лица, а затем ответить на них. Диалог в ИОС может быть использован чтобы задавать конкретные вопросы, чтобы помочь студентам и получать информации, позволяя студентам строить свои знания.

Существует растущий объем работы, который рассматривает роль влияния на обучение и исследователи пытаются разработать интеллектуальные обучающие системы, которые будут в состоянии интерпретировать и адаптироваться к различным эмоциональным состояниям. Люди не просто используют когнитивные процессы в обучении, но используют эмоциональные процессы, через которые они проходят также играют важную роль. Например, учащиеся учатся лучше, когда они имеют определенный уровень неравновесия (разочарование), но не достаточно, чтобы заставить ученика чувствовать себя совершенно разбитым. Это побудило эмоциональные вычисления, чтобы начать производить и исследовать создание интеллектуальных обучающих систем, которые могут интерпретировать эмоциональный процесс человека. ИОС могут быть разработаны, чтобы читать выражения индивидуума и другие признаки эмоций в попытке найти и обучить в оптимальном эмоциональном состоянии для обучения. Чтобы быть эффективным в интерпретации эмоциональных состояний, может потребоваться мультимодальный подход (тон, выражение лица, и т.д. ...). Эти идеи создали новое поле в пределах ИОС, названы они Аффективные Обученающие Системы (АОТ). Одним из примеров эмоционального ИОС Gaze Tutor, которая была разработана для отслеживания движений глаз студентов, она определяет, скучают или отвлекаются ли они, а затем система пытается начать заново заниматься со студентом.

ВЫВОДЫ

Представленная работа описывает основу, методологию смарт-образования, подчеркивая ее необходимость и актуальность. Главной идеей проекта является замена преподавателей на ИОС (смарт-тьюторы). Рассмотрены основные понятия и обзор смарт технологий обучения, приведены примеры в обучении, описано текущие и будущие направления ИОС.

ЛИТЕРАТУРА

1 Леонов В. В., Шагалиева Л. Н., Коростелева Н. А. Педагогический аспект внедрения дистанционных образовательных технологий в высшей школе Республики Казахстан // Молодой ученый. – 2013. – №12. – С. 486-488.

2 EC. Communication from the Commission: E-Learning – Designing «Tejas at Niit» tomorrow's education. // Brussels: European Commission, - 2000.

3 Pappas C. Important Statistics about the eLearning Market for 2013 – Infographic. 2013. http://elearningindustry.com/important-statistics-about-the-elearning-market-for-2013-infographic.

4 Шарипбаев А.А., Омарбекова А.С., Барлыбаев А.Б. Концепция интеллектуального электронного университета // Международная научно-практическая конференция «Применение информационно-коммуникационных технологий в образовании и науке», посвященная 50-летию Департамента информационно-коммуникационных технологий и 40-летию кафедры «Информационные системы». – Алматы, 2013. – С. 177-180.

5 Сатунина А.Е. Электронное обучение: плюсы и минусы // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 1. – С. 89-90.

6 Резолюция I Национальной конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование». - Алматы, 2013. http://zerde.gov.kz/ru/page/i-nacionalnaya-konferenciya-sovremennye-informacion nye-tehnologii-i-it-obrazovanie.

7 Голенков В.В., Гулякина Н.А., Тарасов В.Б., Елисеева О.Е. и др. Интеллектуальные обучающие системы и виртуальные учебные организации. – Мн.: БГУИР, 2001. – 488 с.

8 Голенков В.В., Емельянов В.В., Тарасов В.Б. Виртуальные кафедры и интеллектуальные обучающие системы // Российская ассоциация искусственного интеллекта. Новости ИИ. – 2001. – №4. – С. 1-19.

9 Carbonell J.R. AI in CAI: an Artificial Intelligence Approach to Computer-Aided Instruction // IEEE Transactions on Man-Machine Systems. - 1970. - Volume:11, Issue: 4. - P.190-202. ISSN:0536-1540

10 Стефанюк В.Л. Введение в интеллектуальные обучающие системы. Учебно-методическое пособие. – М.: Российский университет дружбы народов. – 2002. – 59 с.

11 Брусиловский П.Л. Интеллектуальные обучающие системы // Информатика. Информационные технологии. Средства и системы. – 1990. – № 2. – С. 3-22.

12 Петрушин В.А. Экспертно-обучающие системы. – Киев: Наукова думка, – 1992. – 352 с.

13 Голенков В.В., Емельянов В.В., Тарасов В.Б., Виртуальные кафедры и интеллектуальные обучающие системы // Новости искусственного интеллекта. - 2001. - №4.

14 Кудинов В.А. Автореферат. Принципы построения и использования экспертных обучающих систем в курсе «Теоретические основы информатики». 2001 г. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat http://www.dissercat.com/content/printsipy-postroeniya-i-ispolzovaniya-ekspertnykh-obuchayushchikh-sistem-v-kurse-teoretiches.

15 Барлыбаев А.Б. Проблемы внедрения интеллектуального электронного университета // Наука и образование – 2013: VIII Международная научная конференции студентов и молодых ученых, секция Естественно-научное направление. – Астана, 2013. – С. 61-65.

REFERENCES

1 Leonov V. V., Shagaliyeva L. N., Korosteleva N. A. Pedagogicheskiy aspekt vnedreniya distantsionnykh obrazovatel'nykh tekhnologiy v vysshey shkole Respubliki Kazakhstan // Molodoy uchenyy.– 2013. – №12. – S. 486-488.

2 EC. Communication from the Commission: E-Learning – Designing «Tejas at Niit» tomorrow's education. // Brussels: European Commission, - 2000.

3 Pappas C. Important Statistics about the eLearning Market for 2013 – Infographic. 2013. http://elearningindustry.com/important-statistics-about-the-elearning-market-for-2013-infographic.

4 Sharipbayev A.A., Omarbekova A.S., Barlybayev A.B. Kontseptsiya intellektual'nogo elektronnogo universiteta // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Primeneniye informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologiy v obrazovanii i nauke», posvyashchennaya 50-letiyu Departamenta informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologiy i 40-letiyu kafedry «Informatsionnyye sistemy». – Almaty, 2013. – S. 177-180.

5 Satunina A.E. Elektronnoye obucheniye: plyusy i minusy // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. – 2006. – № 1. – S. 89-90.

6 Rezolyutsiya I Natsional'noy konferentsii «Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i IT-obrazovaniye». - Almaty, 2013. http://zerde.gov.kz/ru/page/i-nacionalnaya-konferenciya-sovremennye-informacion nye-tehnologii-i-it-obrazovanie.

7 Golenkov V.V., Gulyakina N.A., Tarasov V.B., Yeliseyeva O.E. i dr. Intellektual'nyye obuchayushchiye sistemy i virtual'nyye uchebnyye organizatsii. – Mn.: BGUIR, 2001. – 488 s.

8 Golenkov V.V., Yemel'yanov V.V., Tarasov V.B. Virtual'nyye kafedry i intellektual'nyye obuchayushchiye sistemy // Rossiyskaya assotsiatsiya iskusstvennogo intellekta. Novosti II. – 2001. – №4. – S. 1-19.

9 Carbonell J.R. AI in CAI: an Artificial Intelligence Approach to Computer-Aided Instruction // IEEE Transactions on Man-Machine Systems. - 1970. - Volume:11, Issue: 4. - P.190-202. ISSN:0536-1540

10 Stefanyuk V.L. Vvedeniye v intellektual'nyye obuchayushchiye sistemy. Uchebno-metodicheskoye posobiye. – M.: Rossiyskiy universitet druzhby narodov. – 2002. – 59 s.

11 Brusilovskiy P.L. Intellektual'nyye obuchayushchiye sistemy // Informatika. Informatsionnyye tekhnologii. Sredstva i sistemy. – 1990. – № 2. – S.3-22.

12 Petrushin V.A. Ekspertno-obuchayushchiye sistemy. – Kiyev: Naukova dumka, – 1992. – 352 s.

13 Golenkov V.V., Yemel'yanov V.V., Tarasov V.B., Virtual'nyye kafedry i intellektual'nyye obuchayushchiye sistemy // Novosti iskusstvennogo intellekta. - 2001. - №4.

14 Kudinov V.A. Avtoreferat. Printsipy postroyeniya i ispol'zovaniya ekspertnykh obuchayushchikh sistem v kurse «Teoreticheskiye osnovy informatiki». 2000 g. Nauchnaya biblioteka dissertatsiy i avtoreferatov disserCat http://www.dissercat.com/content/printsipy-postroeniya-i-ispolzovaniya-ekspertnykh-obuchayushchikh-sistem-v-kurse-teoretiches.

15 Barlybayev A.B. Problemy vnedreniya intellektual'nogo elektronnogo universiteta // Nauka i obrazovaniye – 2013: VIÍÍ Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsii studentov i molodykh uchenykh, sektsiya Yestestvenno-nauchnoye napravleniye. – Astana, 2013. – S. 61-65.

Шәріпбаев А.Ә., Барлыбаев Ә.Б.

Білім беру қызметінің жаңа формасы ретінде смарт білім беру әдістемесі.

Түйіндеме. Бұл жұмыс ақылды білім берудің негізін және әдістемесін және олардың қажеттілігін мен өзектілігін сипаттайды. Жобаның негізгі идеясы мұғалімдерді зерделі оқыту жүйелеріне (смарт мұғалімдерге) ауыстыру болып табылады. Смарт оқыту технологиялардың негізгі ұғымдары мен шолуы, оқытуда қолданылатын мысалдары, қазіргі және болашақ бағыттары сипатталған.

Түйін сөздер: смарт-білім беру, электронды оқыту, зерделі электронды оқыту, зерделі оқыту жүйелері, смарт-мұғалім.

Sharipbayev A.A., Barlybayev A.B.

The methodology of smart education as the new form of educational service.

Summary. This work describes a framework methodology of the smart education, emphasizing its necessity and urgency. The main idea of the project is to replace teachers on ITS (smart tutors). The basic concepts and an overview of the smart learning technologies, are examples of training, described the current and future direction of ITS.

Key words: smart-education, e-learning, smart e-learning, intelligent tutoring systems, smart-tutor.

УДК 378.016:621.391

Т. А. Павлова
(Алматинский университет энергетики и святи
Алматы, Республика Казахстан, rt @ aipet.kz)

ОБЗОР МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ В СИСТЕМЕ OFDM-MIMO: ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРИЕМА РАДИОСИГНАЛА

Аннотация. Эта статья показывает, как дополнительные показатели качества влияют на прием сигналов в системе OFDM-MIMO. Современная техническая литература была просмотрена для представления некоторых основных преимуществ и недостатков систем MIMO-OFDM, что делает их более предпочтительными для передачи на высоких скоростях передачи данных по беспроводным каналам, и проблемы с ACI, возникающие из-за многопользовательских операторов, которые могут быть убраны их производительностью. Одним из наиболее актуальных вопросов является нахождение оптимального соотношения между ростом спектральной эффективности систем и уменьшением вероятности возникновения ошибок при передаче данных. Необходим поиск оптимальных конфигураций, у которых был бы компромисс между производительностью и сложностью / стоимостью / размером. В современных системах радиосвязи можно максимально учесть условия распространения радиоволн в канале и адаптироваться к ним путем выбора наиболее подходящей модуляции.

Ключевые слова: помехоустойчивость, система OFDM-MIMO, ширина полосы частот, спектральная эффективность, энергетическая эффективность, многопозиционная модуляция.

1 Преимущества и недостатки, применяемой технологии

Преимущества:

— При обмене мощности сигналов на полосу частот с использованием QAM требуются меньшие энергетические затраты, чем при использовании многопозиционной ФМ.

— QPSK/16QAM/64QAM может комбинироваться с помехоустойчивым кодированием с различными скоростями.

— Пропускная способность канала связи увеличивается при увеличении числа позиций QAM в пропорции: $\log_2 64 : \log_2 16 : \log_2 4 = 6:4:2$ [1].

— Для увеличения емкости в технологии MIMO-OFDM используются каналы шириной 40 МГц. На коротких и средних дистанциях, в сочетании с поддерживающим MIMO адаптером, маршрутизатор демонстрирует хорошую пропускную способность. Полоса пропускания [2] расширяется почти вдвое.

— Помимо увеличения спектральной эффективности, OFDM позволяет уменьшить негативные эффекты многолучевого распространения и межсимвольной интерференции.

Недостатки:

— Искажения в нелинейном ретрансляторе (передатчике), существенно снижают преимущества [3] КАМ по сравнению с ФМ сигналами. Поэтому линейность канала с квадратурной АМ является одним из основных требований, причем требования увеличиваются с ростом кратности манипуляции, параметра М.

— Формат QAM имеет прерывистый фазовый переход, что приводит к некогерентности на приеме.

— При увеличении числа позиций QAM снижается помехоустойчивость, поскольку уменьшаются разности между смежными значениями амплитуд и фаз [1].

— Для того чтобы добиться высокой производительности технологии MIMO-OFDM, необходимо изменить установленные по умолчанию настройки точки доступа. Без подстройки скорость не превышает 17 подключается устройство к сети [4].

2 Ширина полосы частот как дополнительный показатель качества приема радиосигналов

Основным показателем качества в цифровых каналах связи считается BER, в зависимости от SNR.

Будем считать, что все шумы в канале MIMO-OFDM строго детерминированы и только гауссовский аддитивный шум является случайным (из центральной предельной теоремы теории вероятности [4]), который вначале полагаем белым, со спектральной плотностью N_0.

Зависимость BER от E_b/N_0 не может характеризовать систему в полной мере. Так как при вероятность ошибки уменьшается с использованием помехоустойчивого канального кодирования, но так же падает скорость передачи данных. При выборе уровня модуляции наблюдается аналогичная зависимость.К тому же, для качественной оценки принятой информации необходимо знать частотную характеристику пространственного канала. Чтобы решить эту проблему используются служебные пилотные символы, что также уменьшает скорость передачи данных [5]. Для полной характеристики канала существуют такие параметры, как : *пропускная способность, ширина полосы, сложность, стоимость*.

Скорость передачи битов, при многофазной передаче, растет при той же ширине полосы с увеличением количества бит, передаваемых на символ. Это значит, что необходимая полоса уменьшается при фиксированной скорости передачи данных. За счет вероятности ошибки получают эффективность использования полосы. При ортогональной передаче сигналов повышение достоверности передачи может быть получено за счет расширения полосы [6].

Спектральная плоскость мощности G(f) QAM имеет вид [7]:

$$G(f) = 2PT\left(\frac{\sin 2\pi fT}{2\pi fT}\right)^2 ,$$

где P – средняя мощность модулированного сигнала, T=1/R – интервал передачи данных (R – скорость передачи биполярных данных).

Одним из важных критериев, по которым оценивается компактность спектра систем третьего и четвертого поколения, можно считать увеличение скорости *внеполосного* спадания спектра (ВПИ), это скорость убывания составляющих спектра за пределами главного лепестка при больших расстройках. Увеличение скорости спадания ВПИ, в моменты перехода от символа к символу, обеспечивает непрерывность фазы сигнала и максимизируется возможная линейность ее изменения без резких скачков. Скорость спадания ВПИ находится в зависимости от числа непрерывных производных текущей фазы сигнала.

Спектры систем сигналов с QAM и QPSK однотипные, с пропорционально убывающим ВПИ. Из теории связи известно, что когда сигнальное созвездие имеет равное число точек спектра помехоустойчивость систем QAM и QPSK различна. Но сигналы системы с QAM имеют лучшие

характеристики, чем сигналы системы с QPSK. Одной из характерных особенностей QAM является малые значения внеполосной мощности (рисунок 1.1) [8].

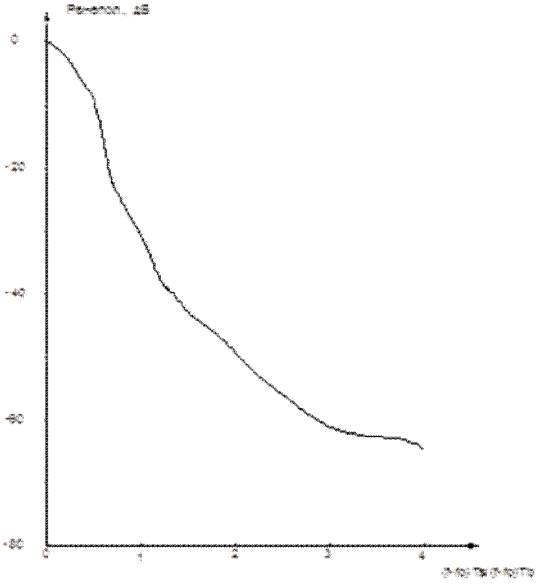


Рис. 1.1. График энергетического спектра QAM-64

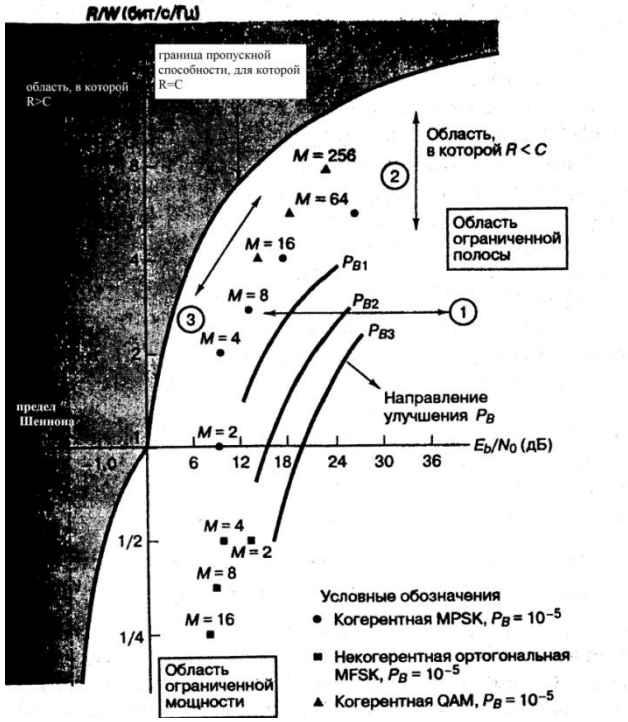


Рис. 1.2. Плоскость «Полоса-эффективность»

Из графика 1.2 [7] видно, что при том же значении Eb/N_0 эффективность использования полосы частот для схемы QAM-256 равна 8 бит/с/Гц, в отличие от 4 бит/с/Гц и 6 бит/с/Гц для [6] схем QAM-16 и QAM-64 соответственно.

При QAM представляющим параметром является комплексная амплитуда радиосигнала. При M = 4 QAM совпадает с ОФМ-4, однако при M > 8 эффективность квадратурной амплитудной модуляции выше.

Общая полоса, занимаемая OFDM системой совпадает с полосой системы с одной несущей. Фактически спектральная эффективность OFDM системы может оказаться даже лучше, поскольку форма ее реального спектра близка к прямоугольной. Частотные защитные интервалы не использованы, допускается даже перекрытие спектров подканалов, поскольку традиционная оценка полосы подканала обычно оставляет значительные внеполосные боковые лепестки спектра. Однако взаимная помеха между подканалами может быть полностью подавлена[9].

При использовании сверхширокой полосы частот (500 МГц и более), беспроводная технология связи на расстоянии до 3 м достигает скорости передачи до 480 Мбит/с. На дистанциях до 10 м технология позволяет достичь лишь 110 Мбит/с [10].

3 Критерии эффективности

Одними из основных критериев эффективности различных видов модуляции являются критерии спектральной и энергетической эффективности.

Спектральная эффективность зависит от выбора модуляции, алгоритмов коррекции ошибок и кодирования, эффективности служебных алгоритмов высокого уровня, которые обеспечивают взаимодействие устройств внутри одной сети и обеспечивают бесконфликтную работу с другими радиосетями. Спектральная эффективность оказывает огромное влияние на эффективность использования частотного ресурса, выделенного сети и качество услуг (QoS) [11].

Понятие энергетической эффективности включает в себя три основных фактора: высокая мощность передатчика, высокая чувствительность приемника, минимизация ослабления сигнала при передаче.

Увеличивая мощность точек доступа не решить проблему повышения SNR. Высокий уровень помех ограничивает повышение чувствительности приемника. Источниками помех являются: биения

частот между мощными передающими системами, работающими в соседних диапазонах частот; удаленные сети одного стандарта, создающие относительно друг друга квазигармоническую помеху.

Спектральная эффективность γ для амплитудных, фазовых и амплитудно-фазовых видов модуляции одинакова и определяется полосой фильтра. Увеличение позиций (уровней) модуляции (модуляции M-ASK, M-PSK и M-QAM) увеличивает спектральную эффективность в $k = \log_2 M$ раз. Наибольшей спектральной эффективностью среди частотных видов модуляции обладает модуляция MSK.

На основании этого можно прийти к выводу, что частотная модуляция с минимальным разносом частот MSK позволяет уменьшить ширину полосы частот, занимаемых цифровым радиосигналом в эфире.

С увеличением количества бит, передаваемых на символ, при многофазной модуляции скорость передачи битов растет при одинаковой ширине полосы частот. То есть необходимая полоса частот уменьшается при фиксированной скорости передачи данных. При ортогональной передаче сигналов повышение достоверности передачи может быть получено за счет расширения [6] полосы.

Учет дополнительных бит синхронизации и помехоустойчивого кодирования ведет к уменьшению теоретической оценки γ приблизительно на 15...20%, поскольку интересна эффективность модуляции *по информационному сигналу* (таблица 1) [4].

В таблице 1 даны оценки полосы Δf, Гц и значения отношения сигнал/шум на входе приемника (демодулятора): h, дБ — на бит и q, дБ — на модуляционный символ. Последние параметры характеризуют помехоустойчивость и энергетическую эффективность нижеперечисленных видов модуляции. Данные показали, что каждое удвоение кратности манипуляции приводит к необходимости удвоения излучаемой мощности. При таком подходе, учитывая эти параметры можно аргументировать выбор вида модуляции в системе MIMO-OFDM.

Таблица 1. **Оценки реально достижимых значений γ.**

Вид модуляции	γ, (бит/с) / Гц	Δf, Гц	h, дБ	q, дБ
ФМ-2 (ОФМ-2)	0,6…0,8	0,8R	10,5	10,5
ФМ-4, 4-КАМ	1,25…1,5	0,8R/2	10,5	13,5
16- КАМ	2,5…2,8	0,8R/4	17	20,5
32- КАМ	3,2…3,5	0,8R/5	18,9	23,5
64- КАМ	3,8…4,0	0,8R/6	22,5	26,5
128- КАМ	4,5…4,8	0,8R/7	24,3	29,5

Значение спектральной эффективности сигналов зависит от относительной величины мощности, сосредоточенной в главном лепестке спектра, в полосе частот, равной 2/τ, где τ — длительность сигнала. В главном лепестке спектра сигнала после модуляции содержится примерно 94...97% всей энергии сигнала.

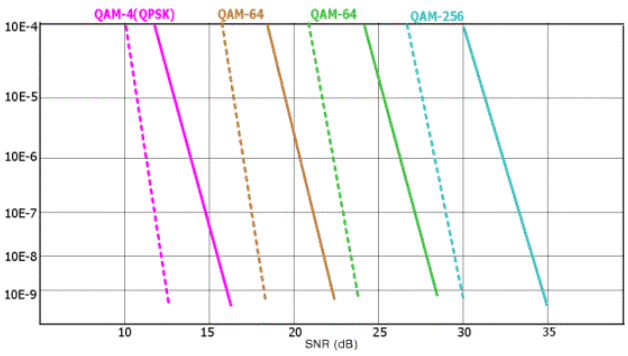


Рис. 1.3. Зависимости BER от SNR для различных вариантов алгоритма QAM-модуляции

Поскольку QPSK менее эффективна, чем QAM, то при одинаковом соотношении сигнал/шум это позволяет использовать более многоуровневую модуляцию. Поэтому можно сделать вывод, что характеристики QAM наиболее приближены к границе Шеннона (рис.1.2).

Спектральная эффективность QPSK с линейным усилением, имеющая теоретическую предельную эффективность 2 бит/(с·Гц), ниже спектральной эффективности 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM так же с линейным усилением.

Но многопозиционная QAM имеет недостаточную помехоустойчивость. Поэтому во всех современных высокоскоростных протоколах QAM используется совместно с решетчатым кодированием [12] (TCM). При демодуляции принятого сигнала производится декодирование по алгоритму Витерби. Применение QAM-256 позволяет за 1 бод передавать 8 сигнальных состояний (8 бит), что позволяет значительно увеличивает скорость передачи данных.

Помехоустойчивость алгоритма QAM обратно пропорциональна его спектральной эффективности. На диаграмме (рисунок 1.3 [13]) для различных вариантов QAM-модуляции сплошными линиями показаны зависимости ожидаемого значения BER от соотношения SNR. Использование дополнительного кодирования (пунктирные линии), например, по алгоритму Рида-Соломона (Reed-Solomon) позволяет повысить помехоустойчивость модулированного сигнала [14].

Высокая спектральная эффективность системы достигается за счет распределения передачи информации по параллельным подканалам поднесущих сигнала OFDM [15].

Использование четырех независимых потоков MIMO позволяет существенно повысить скорость передачи данных [16].

В крупномасштабных демонстрационных двуполяризованных систем MIMO, используемых для фиксированного беспроводного доступа, были измерены экспериментальные данные средней спектральной эффективности в пределах 80-120% в зависимости от емкости независимых от поляризации рэлеевских замираний в канале.

Не менее важными параметрами канала являются спектральная эффективность соты и границы спектральной эффективности для пользователей в каждой соте. Для MU-MIMO спектральная эффективность соты определяется как суммарная пропускная способность всех пользователей, нормированная общей пропускной способности и отнесенная к количеству сот. Для того же сценария границы пользовательской спектральной эффективности в сотах, пользовательская спектральная эффективность края ячейки на 5% больше CDF-пользовательской пропускной способности, отнесенной к общей пропускной способности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кацнельсон Л.Н. Система цифрового радиовещания DRM. Учебное пособие – С.Пб.: МРФСИ С-ПГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2009.

2. Гарсиа Э. Технический анализ: "MIMO повышает эффективность беспроводных сетей": PC Week/RE (475) №13, 2005.

3. Иванчин А., Рихтер С. DRM - современный стандарт цифрового радиовещания: BROADCASTING № 3, 2003.

4. Shannon C.E. A Mathematical Theory of Communication. BSTJ, vol. 27, 1948, pp. 379 – 423, 623-657.

5. Ермолаев В.Т., Флаксман А.Г. Теоретические основы обработки сигналов в системах. Методическое пособие. – Н.Н.: НГУ им. Н.И. Лобачевского НИУ, 2010.

6. Павлова Т.А. Разработка рекомендаций к применению модуляции в радиометке при использовании технологии zigbee: дополнительные показатели качества. 8 международная научно-практическая конференция «nauka: teoria i praktyka – 2012», 7 – 15 sierpnia 2012 roku, Praha, str. 56-59.

7. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Издательский дом "Вильямс", 2003.

8. Крейнделин В.Б., Варукина Л.А., Воронков Е.Н. Технологии беспроводных сетей передачи данных – М.: МТУСИ, 2011.

9. Феер К. Беспроводная цифровая связь – М.: Радио и связь, 2000.

10. Alain Sibille, Claude Oestges, Alberto Zanella «MIMO: From Theory to Implementation», 2011, pp XVII-XXIV

11. Тихвинский В. О., Терентьев С.В., Минаев И.В. Сравнительный анализ спектральной эффективности систем UMTS и LTE. Управление и качество услуг в сетях GPRS/UMTS. - М.: Эко-Трендз, 2007. - 400 с..

12. Гармаев В.Д. Разработка и исследование методовповышения эффективности использованияэлектрических линейных трактоввнутризоновой и местной сети Республики Бурятия: диссертация к.т.н.: Сиб.ГУТИ, 2013 - 133 с..

13. Кочетков А. И. Метод повышения качества передачи информации по сетям электропитания в автоматизированной системе контроля и учета электроэнергии: диссертация к.т.н., 2005 - 153 с..

14. Valery P. Ipatov. Spread Spectrum and CDMA. Principles and Applications - Chichester, West Sussex, England: University of Turku and Saint Petersburg Electrotechnical University “LETI”: WILEY, 2005.

15. Авдеенко Г. Л., Якорнов Е. А. Расчёт показателей эффективности оптимальной пространственной обработки сигналов для радиолинии стационарной беспроводной телекоммуникационной системы. – К.: Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи», 2013. – С. 119-120.

16. Кукса Е. А. Моделирование дальности действия и пропускной способности базовой станции мобильных сетей LTE // Молодой ученый. — 2011. — №8. Т.1. — С. 68-73.

REFERENCES

1. Katsnelson L.N. Sistema tsifrovogo radioveshchaniya DRM. Uchebnoe posobie – S.Pb.: MRFSI S-PGUT im. prof. M.A. Bonch-Bruevicha, 2009.
2. Garsia E. Tekhnicheskiy analiz: “MIMO povyshaet effektivnost’ besprovodnyh setey”: Izmeritel’naya laboratoriya, 2013.
3. Ivanchin A., Rikhter S. DRM – sovremennyy standart tsifrovogo radioveshchaniya: BROADCASTING № 3, 2003.
4. Shannon C.E. A Mathematical Theory of Communication. BSTJ, vol. 27, 1948, pp. 379 – 423, 623-657.
5. Evmolaev V.T., Flaksman A.G. Teoreticheskie osnovy obrabotki signalov v sistemah. Metodicheskoe posobie. – N.N.: NGU im. N.I. Lobachevskogo NIU, 2010.
6. Pavlova T.A. Razrabotka rekomendatsiy k primeneniyu modulyatsii v radiometke pri ispol’zovanii tekhnologii zigbee: dopolnitel’nye pokazateli kachestva. 8 mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «nauka: teoria i praktyka – 2012», 7 – 15 sierpnia 2012 roku, Praha, str. 56-59.
7. Sklyar B. Tsifrovaya svyaz’. Teoreticheskie osnovy i prakticheskoe primenenie. Izdatel’skiy dom “Vil’yams”, 2003.
8. Kreyndelin V.B., Varukina L.A., Voronkov E.N. Tekhnologii besprovodnyh setey peredachi dannyh – M.: MTUSI, 2011.
9. Feer K. Besprovodnaya tsifrovaya svyaz’ – M.: Radio i svyaz’, 2000.
10. Alain Sibille, Claude Oestges, Alberto Zanella «MIMO: From Theory to Implementation», 2011, pp XVII-XXIV.
11. Tikhvinskiy V.O., Terent’yev S.V., Minayev I.V. Sravnitel’nyy analiz spektral’noy effektivnosti system UMTS i LTE. Upravlenie i kachestvo uslug v setyah GPRS/UMTS. – M.: Eko-Trends, 2007. – 400 s. s il.
12. Garmaev V.D. Razrabotka i issledovanie metodov povysheniya effektivnosti ispolzovaniya elektricheskih lineinyh traktov vnutrizonovoy i mestnoy seti Respubliki Buryatiya: dissertatsiya k.t.n.: SibGUTI, 2013 – 133s..
13. Kochetkov A.I. Metod povysheniya kachestva peredachi informatsii po setyam elektropitaniya v avtomatizirovannoy sisteme kontrolya i ucheta elektroenergii: dissertatsiya k.t.n., 2005 – 153 s..
14. Valery P. Ipatov. Spread Spectrum and CDMA. Principles and Applications - Chichester, West Sussex, England: University of Turku and Saint Petersburg Electrotechnical University “LETI”: WILEY, 2005.
15. Avdeenko G.L., Yakornov E.A. Raschet pokazateley effektivnosti optimal’noy prostranstvennoy obrabotki signalov dlya radiolinii statsionarnoy besprovodnoy telekommunikatsionnoy sistemy. – K.: Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiya “Radiotekhnichni polya, signali, aparati ta sistemi”, 2013. – S. 119-120.
16. Kuksa E.A. Modelirovanie dalnosti deystviya i propusknoy sposobnosti bazovoy stantsii mobilnyh setey LTE // Molodoy uchenyy. — 2011. — №8. T.1. — S. 68-73.

Павлова Т. А.

Тиянақтың есебінің әдісінің шолуы кедергілерден жүйеде OFDM - MIMO: радиосигналдың әдісінің сапасының қосымша көрсеткіштері

Түйіндеме. MIMO-OFDM жүйесінде сигналдардың қабылдануына сапаның қосымша корсеткіштері әсер ететі нін осы мақалада көруге болады. MIMO-OFDM жүйесінің негізгі кемшіліктерін және артықшылықтарын көрсетіре заманауи техникалық әдебиеттер қарастыелды. Сымсыз каналдар арқылы жоғарғы жылдамдықпен деректерді тасымалдау үшін оларды қолайлы етеді, және ACI мәселесі көпқолданушылы операторлары арқылы пайда болатын алардың өнімділігімен алынып тасталады. Өзекті сұрақтардың бірі болып, жүйенің спектралді тиімділігінің өсуінің арасында оптималды қатынастың табылуы және деректерді тасымалдау кезінде қателердің пайда ықтималдығының азаюы болып табылады. Өнімділіктің және күрделілітің / бағасының / өлшемінің арасында өзара келісім болу үшін оптималды конфигурациясын іздеу керек. Заманауи радиобайланыс жүйелерінде максималды түрде каналдарда радиотолқындардың таралуының шарттарын ескеруге болады және оларға керекті модуляция жолын таңдау арқылы бейімделуге болады.

Негізгі сөздер: тиімділік, энергетикалық тиімділік, модульдеу мен көп айқындама, LTE.

Павлова Т. А.

Обзор методов расчета помехоустойчивости в системе OFDM-MIMO: дополнительные показатели качества приема радиосигнала

Резюме. Эта статья показывает, что такие показатели качества как ширина спектра канала, спектральная и энергетическая эффективность связаны с помехоустойчивостью сигналов в системе OFDM-MIMO. Перечисленные преимущества и недостатки систем MIMO-OFDM делают их более предпочтительными для передачи на высоких скоростях передачи данных по беспроводным каналам, и проблемы с ACI, возникающие из-за многопользовательских операторов, которые могут быть убраны их производительностью. Одним из наиболее актуальных вопросов является нахождение оптимального соотношения между ростом спектральной эффективности систем и уменьшением вероятности возникновения ошибок при передаче данных. Необходим поиск оптимальных конфигураций, у которых был бы компромисс между производительностью и сложностью /

стоимостью / размером. В современных системах радиосвязи можно максимально учесть условия распространения радиоволн в канале и адаптироваться к ним путем выбора наиболее подходящей модуляции.

Ключевые слова: помехоустойчивость, система OFDM-MIMO, ширина спектра канала, спектральная эффективность, энергетическая эффективность, многопозиционная модуляция.

Pavlova T. A.

A review of methods of calculation of antijamming is in the OFDM – MIMO system: additional indexes of quality of reception of radio signal

Summary. This report shows how the additional parameters of the quality have an effect on the reception signals in MIMO-OFDM system. Recent technical literature has been reviewed to present some of the basic advantages and defects of MIMO-OFDM system that makes them attractive for high data-rate transmission over wireless channels, and the problems with the ACI associated to multi-user operation which can reduce their efficiency. One of the most urgent issues is to find a balance between increasing spectral efficiency of systems and reduce the possibility of errors during data transfer. Need search for optimal configuration, which would be a compromise between efficiency and complexity / cost / size. In modern radio communication systems spread conditions in the channel can be considered maximally and adapted by selecting the most suitable modulation.

Key words: antijamming, OFDM – MIMO system, the spectral width of the channel, spectral efficiency, power efficiency, multiposition modulation.

УДК 663.813:634/635:638.167

[1]А.М. Адмаева, [1]Ф.Т. Диханбаева, [2]Ж.Ж. Смаилова
(Алматинский технологический университет,
Кызылординский государственный университет им.Коркыт Ата)

БАХЧЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ СОКОВ

Аннотация: Бахчевые культуры богаты многими необходимыми организму человека веществами - витаминами, углеводами и минеральными веществами. Проблема сохранения дыни проблема актуальная, в связи с чем наиболее приемлемая форма их переработки является производство купажированных натуральных соков.

Ключевые слова: дыня, тыква, арбуз, сок

Одним из приоритетных направлений развития перерабатывающей отрасли промышленности Республики Казахстан является производство биологически полноценных продуктов длительного хранения, среди которых особую группу составляет продукция из бахчевых культур. В последние годы ученые Казахстана активно работают над созданием разного рода продуктов из дыни, тыквы, а меньшей степени из арбузов [1].

Бахчевые культуры занимают особое место в рационе питания, являясь источником многих необходимых организму человека веществ, прежде всего витаминов, углеводов и минеральных веществ (таблица 1).

Таблица 1. **Химический состав бахчевых овощей**

Показатели	Дыня	Арбуз	Тыква
Калорийность, ккал	39	38	29
Вода, г/100 г	88,5	89,5	90,3
Белки, г/100 г	0,6	0,7	1,0
Жиры, г/100 г	-	-	-
Углеводы, г/100 г	9,0	9,2	6,5
Моно- и дисахариды, г/100 г	9,0	8,7	4,0
Крахмал, г/100 г	-	-	2,0
Пищевые волокна, г/100 г	0,6	0,5	1,2
Органические кислоты, г/100 г	0,2	0,1	0,1
Зола, г/100 г	0,6	0,6	0,6
Витамин А, мг на 100 г	0,4	0,1	0,8

Витамин B_1, мг на 100 г	0,04	0,04	0,05
Витамин B_2: мг на 100 г	0,04	0,03	0,03
Витамин С: мг на 100 г	20	7	8
Витамин РР: мг на 100 г	0,4	0,24	0,5
Железо: мг на 100 г	1	1	0,8
Калий: мг на 100 г	118	64	170
Кальций: мг на 100 г	16	14	40
Магний: мг на 100 г	13	224	14
Натрий: мг на 100 г	32	16	14
Фосфор: мг на 100 г	12	7	25

Из данных таблицы видно, что указанные бахчевые культуры обладают высокой биологической ценностью, имеют достаточное содержание витаминов и минеральных веществ.

Следует отметить, что ежегодно в хозяйствах значительная доля урожая приходится на продукцию неудовлетворительного качества (с ушибами, вмятинами, наколами и т.д.). Тем более что потребление свежих бахчевых культур ограничено временем их поступления. При хранении пищевая ценность существенно изменяется за счет распада моносахаридов. Поэтому за счет интенсивной переработки бахчевых культур можно получить продукцию длительного хранения (соки, напитки, джемы и т.д.) высокого качества с сохранением максимума полезных веществ [2].

Любая технология получения сока включает следующие операции: инспекция и сортировка плодов, очистка их от кожуры и семян, измельчение, отжим сока, отделение взвешенных частиц твердой фазы, пастеризация или стерилизация, розлив и укупорка сока.

По данной технологии были получены соки из дыни, арбуза и тыквы, исследован их химический состав (таблица 2). Из-за специфических органолептических показателей дынного сока было принято решение улучшить его аромат и вкус путем введения в их состав дополнительных обогащающих компонентов, в частности красной смородины, шиповника и меда пчелиного.

Таблица 2. **Химический состав соков, на 100 г**

Показатели	Сок тыквенный	Сок дынный	Сок арбузный
Калорийность, ккал:	121	222	213
Белки, г:	1,0	0,4	0,4
Жиры, г:	-	-	-
Углеводы, г:	6,5	13,6	13,2
Витамины			
Витамин А, мг:	1,5	0,4	0,1
Витамин B_1, мг:	0,05	0,03	0,02
Витамин B_2, мг:	0,01	0,02	0,02
Витамин С, мг:	1,2	13,2	1,1
Витамин РР, мг	0,25	0,2	0,1

Поэтому для решения этой задачи, т.е. купажирования соков, нами проведены исследования по изучению химического состава и технологических свойств этих плодов и ягод, а также меда пчелиного для разработки и производства купажированных соков.

Для получения соков функционального назначения необходимо было установить (разработать) соотношения основных компонентов [3].

В связи с поставленной задачей, в зависимости от исходного сырья и технологии купажированные соки вырабатывались в следующем ассортименте: Бодрость; Утро; Композиция для безалкогольного напитка; Нектар.

В лабораторных условиях были получены следующие виды соков:

• «Бодрость», представляющий собой купажированный напиток, в состав которого входят вишневый сок, дынный сок, сок красной смородины и мед;

• «Утро», представляющий купажированный напиток, в состав которого входят соки яблочный, абрикосовый и дынный, и экстракт шиповника;

• «Композиция для безалкогольного напитка», в состав которого входят соки винограда, дыни, красной смородины и мед;

• «Нектар», в состав которого входят сливовый, дынный соки и сок красной смородины, мед.

Критерием для выбора рецептур служила органолептическая оценка, согласно которой были отмечены и такие показатели как совместимость компонентов и их влияние на качество готовых купажированных соков, а также витаминный и элементный состав.

В качестве критериев, характеризующих готовую продукцию, использовали следующие показатели:

- Внешний вид;
- Вкус, запах и аромат;
- Консистенция.

Была проведена серия опытов по подбору оптимального соотношения компонентов.

Содержание компонентов изменяли с шагом 10 % в пределах:

• Бодрость: дынный сок – 40-60; вишневый сок – 10-20; сок красной смородины – 20-30; мед – 10.

• Утро: дынный сок – 40-60; яблочный сок – 20-30; абрикосовый сок - 10-20; экстракт шиповника – 10.

• Композиция для безалкогольного напитка: дынный сок – 40-60; виноградный сок – 10-30; сок красной смородины – 5-15; мед – 10.

• Нектар: дынный сок – 40-60; сливовый сок – 10-30; сок красной смородины – 15-25; мед – 10.

Оптимальный состав по органолептическим показателям, который принят в качестве рецептуры купажированных соков, приведен в таблице 3 [4].

Таблица 3. **Рецептура купажированных соков**

№ п/п	Наименование купажированного сока, его состав	Соотношение компонентов, масс. %	Характеристика сока (органолептическая оценка)
1	Бодрость: Дынный сок Вишневый сок Сок красной смородины Мед	 60 10 20 10 (ост)	Купажированный сок отличается привлекательным вкусовым букетом, с небольшой кислинкой и приятным ароматом меда
2	Утро: Дынный сок Яблочный сок Абрикосовый сок Экстракт шиповника	 50 20 20 10 (ост)	Приятный освежающий напиток, легко утоляющий жажду. Букет привлекательный, легкое ощущение всех компонентов с преобладанием дынного аромата
3	Композиция для безалкогольного напитка: Виноградный сок Сок красной смородины Дынный сок Мед	 20 10 60 10 (ост)	Освежающий приятный напиток, отличающий букетом, сочетающим все вкусовые и запаховые оттенки компонентов
4	Сок «Нектар»: Сливовый сок Сок красной смородины Дынный сок мед	 20 20 50 10 (ост)	Сок приятный, привлекательный на внешний вид. Сочетание компонентов подчеркивает совместимость компонентов. Аромат отчетливо выражен

Органолептическая оценка полученных соков приведен в таблице 4.

Таблица 4. **Органолептическая оценка купажированных соков**

Продукция - соки	Органолептические показатели			
	Внешний вид	Вкус	Запах, аромат	Консистенция
Бодрость	Однородный вишневого цвета с незначительным расслоением	Свойственный компонентам, входящим в состав сока, с небольшим преобладанием вкуса дыни и красной смородины; приятный кисло-сладкий	Свойственный купажированным сокам, без порочащих оттенков и постороннего аромата. Аромат красной смородины выражен отчетливо. Ощущается аромат меда.	Вязкая
Утро	Светло-желтого цвета, однородная смесь с небольшим осадком на дне и легким расслоением	Приятный кисло-сладкий и ощущением дыни и шиповника, тонизирующий	Свойственный смеси входящих компонентов. Букет аромат сочетает оттенки шиповника, дыни и абрикоса	Вязкая, нежная
Композиция для безалкогольного напитка	Смесь красновато-коричневого цвета, гомогенизированная, без расслоения	Свойственный компонентам, входящим в состав купажа с приятным оттенком дыни, винограда, меда. Легкая кислинка	Ароматный, приятный, без порочащих оттенков запаха (аромата)	Нежно-вязкая
Нектар	Однородная смесь красноватого цвета, без осадка и расслоения (заметного)	Свойственный дынно-сливовому вкусу с оттенком мед. Без порочащих признаков вкуса.	Свойственный купажу данного типа в едином сочетании. Легкие оттенки дыни, красной смородины и меда	Вязкая

Таким образом, разработанные купажированные соки обладают приятным вкусом и ароматом, свойственным компонентам, входящих в состав купажа. Имеют привлекательную консистенцию и внешний вид, что делает их более приятными при употреблении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адмаева А.М., Медведков Е.Б., Еркебаев М.Ж., Еренова Ф.Е. Соки функционального назначения на основе дыни// Сборник материалов МНПК «Инновационные технологии – аграрному сектору экономики», том 2, Семей, 13-15 июня 2011 года, С. 50-53.

2. Адмаева А.М., Мамыралина Л.М., Белозерцева О.Д. Купажированные соки на основе дыни// Пищевая технология и сервис, 2011 г, № 6. – с. 22-25.

3. Адмаева А.М., Еркебаев М.Ж., Медведков Е.Б., Андреев И.Г. Промышленная апробация новой технологии мультисоков с использованием натуральных компонентов// Пищевая технология и сервис, 2011 г, № 6. – с. 52-54.

4. Адмаева А.М. Технология соков на основе дыни. – диссертация канд.техн.наук. – Алматы: АТУ, 2010.

REFERENCES

1. Admaeva A.M, Medvedkov E.B, Yerkebayev M.J, Erenova F.E Juices functionality based on melons // Proceedings of the PBMCs "Innovative Technologies - the agrarian sector of the economy," Volume 2, Semey, June 13-15, 2011, P. 50-53.

2. Admaeva A.M, Mamyralina L.M, Belozertseva O.D Blended juices through melons // Food technology and service, 2011, № 6. - P. 22-25.

3. Admaeva A.M, Yerkebayev M.J, Medvedkov E.B., Andreev I.G. Industrial testing of new technology multisokov using natural components // Food technology and service, 2011, № 6. - P. 52-54.

4. Admaeva AM Technology-based melon juice. - Candidate of Science dissertation. - Almaty: ATU 2010.

Адмаева А.М., Диханбаева Ф.Т.,Смаилова Ж.Ж.

Шырын өндірісінде бақша дақылдарын қолдану

Түйіндеме: Бақша дақылдары адам организміне қажетті көптеген заттарға- витаминдер, көмірсулар және минералды заттарға бай. Қауынды ұзақ мерзім сақтау қазіргі кезде өзекті мәселе, сондықтан оларды өңдеуде купаждалған табиғи шырындарды өндіру қажеттілігі маңызды болып табылады.

Түйін сөздер: қауын, асқабақ, қарбыз, шырындар.

Admayeva A.M., Dihanbaeva F.T., Smailova Zh.Zh.

Melons in the production of juices

Summary: Gourds are rich in many essential human body substances - vitamins, carbohydrates and minerals. The problem of preserving melon urgent problem, and therefore the most appropriate form of processing is the production of blended natural juices.

Key words: melon, pumpkin, watermelon, juice.

УДК 622.02. (075.8); 622.733;

Р.М. Султаналиева
(Кыргызский Государственный технический университет им. И. Раззакова,
г. Бишкек)

О СПОСОБЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КРЕПКИХ РУД

Аннотация. Предложен способ разупрочнения и измельчения крепких руд, позволяющий обеспечить экономию энергии при измельчении путем применения оптимальной длительности воздействия на руду СВЧ волн.

Ключевые слова: руда, минерал, измельчение, свч волна,остаточное напряжение, термонапряжение, энергоемкость, разупрочнение.

При подготовке для обогащения или флотации механическое измельчение руды до размера частиц порядка десятков микрометров, является наиболее энергоемким и дорогостоящим процессом в технологической цепи извлечения полезных компонентов (металлов, полезных минералов). При этом, КПД процесса механического измельчения составляет всего 1÷2 %, остальная 98 %, приложенной для разрушения (образования новой поверхности) руды энергии, рассеивается в виде диссипативных потерь (энергия теплоты, звука, колебаний окружающей среды). Известно, что при мировом объеме переработки руд десятками млрд. т. в год на измельчение руд ежегодно затрачивается порядка несколько млрд. долларов США. Поэтому в настоящее время представляют большой практический интерес новые способы разрушения или разупрочнения крепких руд, энерго и ресурсосберегающие технологии измельчения.

В настоящее время признано эффективным и научно обоснованным методы использующие подходы предварительного снижения прочности (разупрочнение) пород до механического разрушения путем воздействия на руды тем или иным видом энергии.

Из всех известных и в определенной мере изученных видов энергии, с точки зрения способности влиять на физико-механические свойства минералов и руд, наиболее перспективна энергия электромагнитного поля сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона. Преимущества разупрочнения в СВЧ электромагнитных полях - это объемный характер влияния СВЧ энергии на структурное состояние руд. В связи с этим, нами проведены экспериментальные исследования энергоемкости измельчения горных пород и руд, с целью управления их прочностными свойствами, путем воздействия на них сверхвысокочастотными электромагнитными волнами.

Известно, что при воздействии СВЧ волнами на руду неравномерное нагревание приводит к появлению термомеханических напряжений и образованию микротрещин, а также формированию остаточных напряжений, которые, в свою очередь, обуславливают изменение прочности.

А.Н. Москалевым [1] предлагается способ разрушения горных пород путем облучения двумя генераторами СВЧ волн. По данному способу сначала массив породы облучают волнами меньшей энергетической плотности (150-300 Вт/см^2) от первого генератора до образования теплового следа, а затем - волнами большей плотности (300-5000 Вт/см^2) от второго генератора, идущими в перпендикулярном направлении. Первое облучение создает в породе нагретую зону с повышенным значением мнимой составляющей диэлектрической проницаемости. Для лучей (излучения) второго

генератора указанная зона является сильно поглощающей, тогда как не нагретая порода – прозрачной. В результате мощность второго генератора поглощается в основном в зоне пересечения облучений. Резкий нагрев зоны пересечения приводит к тепловому расширению, фазовым превращениям, образованию газовой фазы и т.д. в этой области, что ведет к разрушению породы. Перемещая антенну второго генератора над поверхностью массива вдоль теплового следа, можно создавать канал разрушенной породы или резать ее. Этим способом разрушались кристаллические сланцы, амфиболиты, габбро-диабазы, граниты, песчаники и другие породы с использованием генераторов на частоте 2,4 ГГц. Объем разрушаемой породы в секунду составлял 180-250 $см^3$.

В работе [2] приведены результаты проведенных экспериментов по измельчению и ситовому анализу проб железных руд, нагреваемых СВЧ полем до 300^0С (плотность потока мощности 3560 $Вт/см^2$, время облучения 3 мин), а также нагреваемых в муфельной печи до той же температуры, и проб неподвергнутых тепловой обработке. Отмечается, что в нагретом в печи пробе, по сравнению с контрольной (исходной) пробой, выход классов мельче 0,1 мм существенно не изменился, тогда как, в нагретой СВЧ полем пробе выход увеличился. Так, выход класса 0,074 мм увеличился на 6-10%. Крупные классы руды, нагретой в печи, оказались, размолоты более эффективно - в них возросло содержание средних фракций. При СВЧ нагреве до той же температуры, что и в печи, это различие проявляется в большей мере. Аналогичные зависимости были получены и на пробах руды, нагревавшихся до других температур - от 80 до 450°С. Выявленные преимущества СВЧ нагрева по сравнению с печным связываются с селективностью воздействия СВЧ поля на минералы и раскрытием зерен по плоскостям спайности. Измельчение руды, обработанной СВЧ полем в разных режимах, показало, что с увеличением времени воздействия содержание классов мельче 0,16 мм в продукте измельчения закономерно возрастает. При этом для контрольного и обработанного продуктов различие по классу 0,074 мм достигает 25%. Наиболее полное раскрытие зерен для данной руды достигается в классе - 0,05 мм, что подтверждено данными, полученными при изучении под микроскопом. Обработка руды в потоке СВЧ - мощности 35 $Вт/см^2$ в течение 1-10 мин позволяет повысить производительность мельницы по крупности 10 - 0,05 мм на 60%. Увеличение потока мощности дает возможность достичь тех же результатов при меньшем времени обработки.

Недостатки указанных способов и методов измельчения руд состоит в том, что в них не предусмотрено точное определение оптимальной продолжительности воздействия на руду СВЧ волн. Известно, что длительные воздействия СВЧ волн могут привести, наоборот, к увеличению прочности (к упрочнению), а не достаточно продолжительное воздействие волн – к не существенным структурным изменениям, в результате чего не обеспечивается разупрочнение и уменьшение энергоемкости измельчения руд. Действительно, в работах исследователей [3,4] убедительно доказана необходимость подбора своего оптимального режима СВЧ – обработки для каждого конкретного вида горной породы, если мы имеем целью не только получить необходимые изменения ее параметров при минимуме энергозатрат, но и улучшить дальнейшую переработку. Случайно выбранный режим воздействия СВЧ - полем, как отмечено авторами, может не дать положительного результата.

Следует отметить, что длительность воздействия СВЧ волн определяет не только эффект разупрочнения и упрочнения, но и количество потребляемой энергии. В конечном итоге необходимо обеспечить уменьшение энергоемкости измельчения руд и минералов, износа металлических частей мельниц и увеличение выхода полезных компонентов при их извлечении из руд и минералов. Для решения этих задач были проведены исследования влияния продолжительности воздействия СВЧ волн на энергоемкость измельчения разных руд.

При этом последавательно выполняются следующие работы. Отбирают пробу руды, из которого изготавливают навески (куски со средним размером 2 см по 25 штук для каждого режима СВЧ воздействия). Опыты для каждого режима повторяется 5 раз. В одном опыте измельчается по 5 кусков руды свободно падающим грузом по известной методике определения коэффициента крепости по толчению [6].

Из рудного месторождения отбирают необходимое, для обеспечения представительности, количество минерала или руды (обычно отбирают по одной пробе из каждого места, в котором нужно определить показатели, чтобы можно было получить не менее 30 навесок по 5 кусков каждая). Навески должны состоять из 5 кусочков размером в 20-25 мм в поперечнике каждый, которые получают, раскалывая отобранные пробы. Для каждого отдельного определения используется, как указано выше, 5 навесок. Полученные этим методом данные, отличаются сравнительно невысоким коэффициентом вариации равным в среднем 10-15%. Поэтому, для получения надежной средней величины коэффициента крепости и удельной энергоемкости измельчения, производится по 5

определений для каждой продолжительности СВЧ воздействия на одной и той же пробе породы. Для определения коэффициента крепости разработан специальный прибор ПОК (прибор для определения крепости), состоящий из трубчатого копра, измерителя мелкой фракции. Каждая отдельная навеска дробится в стакане вертикально трубчатого копра прибора ПОК гирей массой 2,4 кг, сбрасываемой с высоты 600мм. В случае необходимости изменение величины работы разрушения при толчении целесообразно производить только варьированием числа ударов падающей гири по навеске. Вес гири и высоту ее сбрасывания следует оставлять постоянным. Получавшаяся после толчения мелочь высыпается из стакана копра на сито с отверстиями 0,5мм, и по отдельности 5 навесок, раздробленных в копре прибора, просеивается. Фракция размером мельче 0,5мм (прошедшая через сито с этим размером) собирается и насыпается в стакан объемомера диаметром 23 мм, при помощи которого определяется высота столбика этой пылевой фракции. Величина коэффициента крепости исследуемой горной породы вычисляется по отношению затраченной на дробление работы к вновь образованной поверхности по эмпирической формуле М.М. Продьяконова [6].

После определения коэффициента крепости, величина удельной (объемной) энергоемкости измельчения руды - К при разных величинах длительности СВЧ воздействия определяется по предложенной нами формуле [5]:

$$K = \frac{nE_i}{V} \quad (1) \quad \text{или} \quad K = \frac{n \quad mgh}{Sl} \quad (2)$$

где E_i - энергия единичного удара; V -объем фракции с размером менее 0,5 мм; m –масса свободно падающего груза; g -ускорение свободного падения; n –число ударов свободно падающего груза по одной навеске; l –высота столбика пыли в объемомере, мм.; h -высота падения груза; S -площадь сечения объемомера.

По полученным пяти значениям показателей определяется среднеарифметические величины. Исследованиями установлено, что вновь образованная при дроблении хрупкого материала поверхность складывается в основном (примерно на 90%) из поверхности мельчайших кусочков величиной менее 0,5 мм. Поэтому для значительного упрощения метода после дробления определяется поверхность только мелких фракций - менее 0,5 мм – то есть величина высоты столбика пыли в объемомере при этом пропорциональна вновь образованной поверхности полученных при дроблении кусочков [6].

Сущность предлогаемого способа заключается в том, что по данным определения удельной энергоемкости измельчения для исходного состояния (не подвергнутых к облучению состояние), и для разных величин длительности СВЧ воздействия (рисунок 1,2,3,4), определяют оптимальное значение продолжительности времени воздействия СВЧ волн, соответствующее минимальному значению удельной энергоемкости измельчения данной руды. Оптимальное значение продолжительности времени воздействия СВЧ волн принимают для обработки всей руды данного типа и размера кусков подлежащих к измельчению в производственных условиях. Как видно из рисунков 1,2,3,4 оптимальное значение времени воздействия СВЧ волн для известняка (карьер Ак-Татыр, Баткенская область), диорита (месторождение Токтозан), филлита серого (рудник Кумтор) составляет 3 минуты, а для кварца (рудник Восточный Коунрад) – 5минут.

Для облучения используется СВЧ - печь (микроволновая печь). В печи электричество, проводимое магнетрону, используется для генерации микроволновой энергии. Микроволны проникают в зону воздействия через отверстия внутри печи и не могут проникать через металлические стенки печи, в печи можно выбирать 5 уровней микроволновой мощности. Использовалась уровень мощности – 700 Вт. Частота микроволн – 2450 МГц. Полезный объем печи составляет 0,03 м^3. Образцы руд навесками по 200–250 г и средними размерами 20-25 мм помещались вовнутрь печи и облучались СВЧ - импульсами.

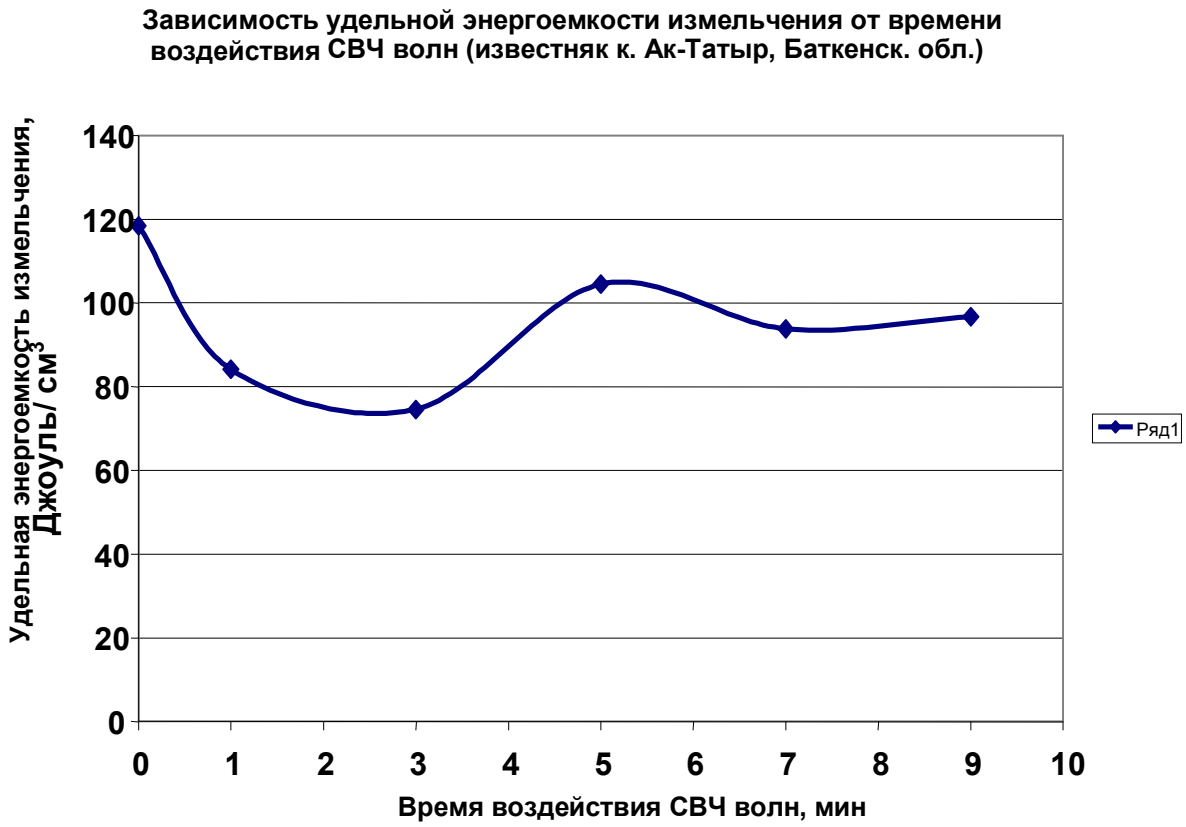


Рис. 1. Зависимость энергоемкости измельчения от времени воздействия СВЧ волн (известняк)

Рис. 2. Зависимость энергоемкости измельчения от времени воздействия СВЧ волн (диорит)

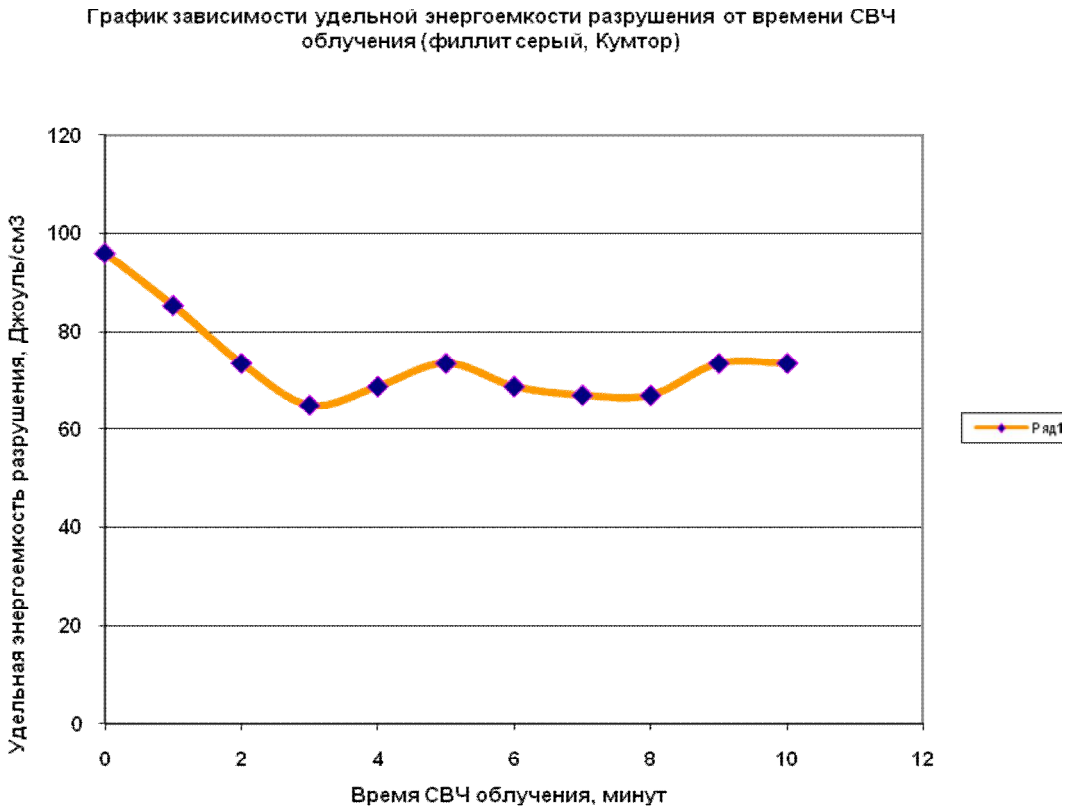


Рис. 3. Зависимость энергоемкости измельчения от времени воздействия СВЧ волн (филлит)

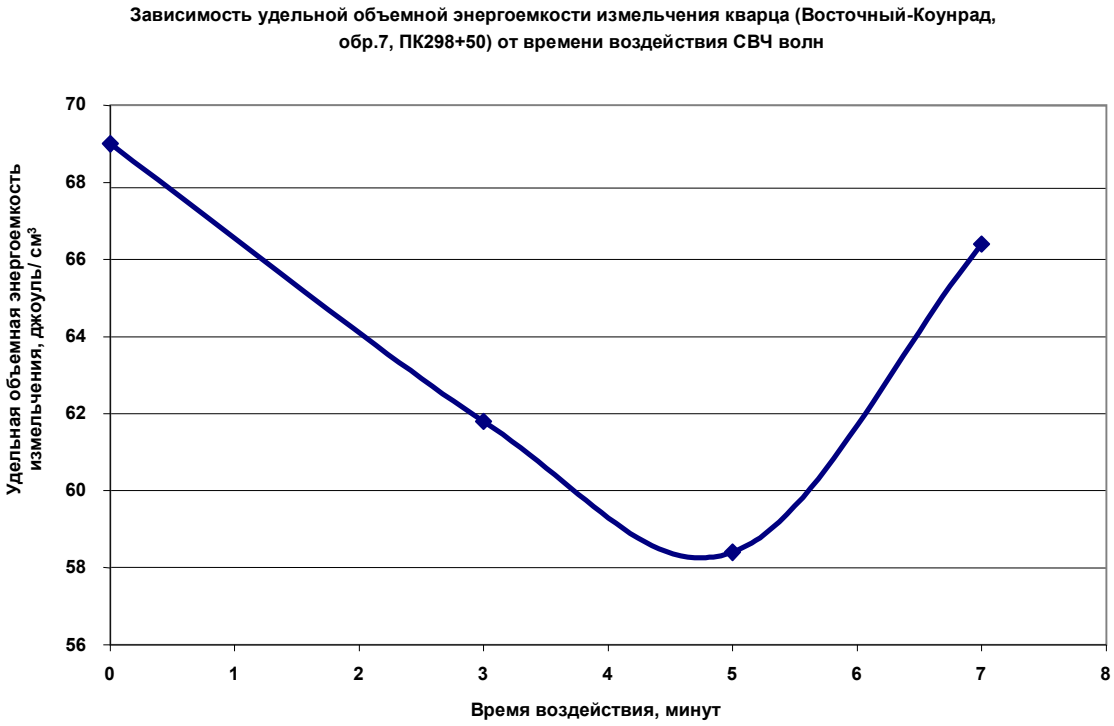


Рис. 4. Зависимость энергоемкости измельчения от времени воздействия СВЧ волн (кварц)

Первоначально определяется исходные данные, т.е. коэффициент крепости по толчению и удельно-объемная энергоемкость измельчения исходного (не облученного) состояния руды. Затем такие же куски из руды подвергаются воздействию СВЧ волн в микроволновой печи. Режим выдержки в печи следующее: от одного до девяти минут через интервал 1 минуты, а в некоторых случаях от одного до двадцати минут через каждые 2-5 минут.

Следует отметить, что экономия энергии на помоле при предварительном воздействии

СВЧ волнами должно не только компенсировать энергозатраты на нагрев при предварительном СВЧ воздействии, но и обеспечить существенную экономию энергии. При этом уменьшается износ металлических частей мельниц, увеличивается выход полезного компонента (извлекаемого металла) за счет улучшения раскрываемости минеральных зерен, так как при оптимальной продолжительности воздействия на руду СВЧ волнами происходит существенное разупрочнение руды. Судя по снижению прочности можно отметить, что уменьшение износа, следовательно, расхода металла в мельницах тоже будет значительным. Структурными анализами показаны, что при воздействии СВЧ волн улучшается раскрываемость зерен извлекаемых металлов и минералов, за счет чего увеличивается выход извлекаемого компонента. Например, как показывают наши опыты и расчеты, для диорита месторождения Токтозан удельная энергоемкость измельчения в исходном состоянии составляет 87 Дж/см^3 , а после 3 минуты воздействия СВЧ волн – 30 Дж/см^3 (рис. 2) . Расход энергии при мощности печи 0,7 кВт и в течении 3 минуты составляет 0,7*0,05ч = 0,035 кВт час или 35 Вт час*3,6* 10^3 = 126000 Дж. При полезном объеме печи 30000 см^3 удельный расход энергии на 3 минутное СВЧ облучение составляет 126000 / 30000 = 4,2 Дж/см^3 . С учетом расхода энергии на СВЧ облучение общая удельная энергоемкость измельчения составляет 30+4,2 = 34,2 Дж/см^3. Таким образом, экономия энергии при оптимальном СВЧ облучении, по сравнению с необлученным (исходным) состоянием, составляет 87-34,2 = 52,8 Дж/см^3, или экономия энергии при измельчении диорита после СВЧ облучения составляет 60,7%

Применение предлагаемого способа может обеспечивать экономический эффект за счет экономии энергии, уменьшения расхода металла, а также увеличение выхода полезного компонента (извлекаемого металла) вследствие улучшения раскрываемости минеральных зерен, так как при оптимальной длительности воздействия на руду СВЧ волнами происходит существенное разупрочнение руд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Москалев А.Н. и др. Способ разрушения горных пород электромагнитными волнами. Авт. св. СССР № 724731, кл. Е21С 37/18, 1977г.).

2 . Абкин Е.Б. и др. Измельчение руд с применением электромагнитной энергии СВЧ. Обогащение руд. Ленинград, 1986, № 6, с 2-5.

3 . Новик Г.Я., Зильбершмидт М.Г . Управление свойствами пород в процессах горного производства. М., Недра, 1994.

4 . Зецер Ю.И. и др. Применение СВЧ - нагрева для рудоподготовки железистых кварцитов Михайловского горно-обогатительного комбината перед их обогащением. //Всес. У1 научно-практич. конф. "Применение СВЧ-энергии в технологич. процессах и научных исследованиях". Тезисы докл., Саратов, 1991, -с. 98-100.

5. Тажибаев К.Т., Султаналиева Р.М., Акматалиева М.С., Тажибаев Д.К. Способ измельчения руд и минералов / Патент Кыргызской Республики: №1503, зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Кыргызской Республики 31.10. 2012г.

6. Ильницкая Е.И., Тедер Р.И., Ватолин Е.С., Кунтыш М.Ф. Свойства горных пород и методы их определения. -М.: Недра. -1969. – 452 с.

Султаналиева Р.М.

О способе измельчения крепких руд

Резюме. Предложен способ разупрочнения и измельчения крепких руд, позволяющий обеспечить экономию энергии при измельчении путем применения оптимальной длительности воздействия на руду СВЧ волн.

Ключевые слова: руда, минерал, измельчение, свч волна,остаточное напряжение, термонапряжение, энергоемкость, разупрочнение.

Sultanalieva R.M.

About the way of crushing of strong ores

The way of a loss of strength and crushing of the strong ores is offered, allowing to provide economy of energy at crushing by application of optimum duration of affecting on ore of the microwave oven of waves.

Key words: ore, mineral, crushing, microwave oven the wave, residual stress, thermopressure, power consumption, dehardening.

УДК 666.96.124

А.Т. Кабулов, М.Е. Кисыкова, Р.Р. Токпаев, А.А. Атчабарова, А.А. Митрофанова, М. Булыбаев, К.К. Кишибаев, Х.С. Тасибеков, С.В. Нечипуренко, С.А. Ефремов
(Центр физико-химических методов исследования и анализа Казахского национального университета имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан
aset.kabulov@mail.ru)

ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ШУНГИТОВЫХ ПОРОД

Аннотация. Методами элементного анализа, ИК-спектроскопии и СЭМ были изучены физико-химические характеристики шунгитовых пород. Было проведено флотационное обогащение, которое позволило стабилизировать состав шунгитовых материалов и получить концентрат с содержанием углерода 40,0 ± 2% масс.. Полученные продукты обогащения шунгитовых пород были использованы при получении сухих строительных смесей. Испытания проводили путем замены в рецептуре плиточных клеев и штукатурок карбоната кальция (известняковая мука) и природного песка на “хвосты” шунгита. Также были проведены испытания на затирках, в которых шунгитовый концентрат был использован в качестве пигмента черного и серого цветов. Данные испытания проводили в различных сочетаниях, т.е. методом подбора оптимальных соотношений в рецептуре.

Ключевые слова: сухие строительные смеси, шунгит, наполнители, адгезионная прочность.

ВВЕДЕНИЕ

Сухие строительные смеси (ССС) в относительно короткий период времени завоевали на отечественном рынке признание строителей и практически полностью вытеснили традиционные растворные смеси. Объемы их потребления ежегодно увеличиваются, а номенклатура постоянно расширяется. Сфера применения ССС разнообразна и включает следующие виды работ: монтажные, кладочные, плиточные, шпатлевочные, гидро- и теплоизоляционные работы, устройство полов и т.д. [1]

Использование ССС позволяет не только значительно увеличить производительность труда, но и получить отличные качественные результаты, которые невозможно достичь при использовании обычных цементно-песчаных смесей [2]. Современные сухие строительные смеси - это материалы заводского изготовления, содержащие все необходимые твердые компоненты в сухом виде [3].

В условиях растущего потребления и производства ССС, все более актуальной становится задача повышения эффективности производства при минимальных капитальных вложениях. Один из способов решения этой задачи является замена некоторых существующих компонентов в составе ССС на недорогие компоненты.

Целью работы является получение новых ССС на основе шунгитовых пород Восточного Казахстана.

Шунгитовые породы – уникальные по составу, свойствам и структуре природные образования, которые представляет собой отходы других производственных процессов. Шунгитовые породы образуют природные толщи и отвалы после добычи и обогащения полиметаллических руд, ресурсы которых достаточны для использования в промышленных масштабах. Содержание шунгита в пластах и отвалах варьирует от нескольких процентов до 30 %. Основу минеральной части составляют кварцит и различные алюмосиликаты. Присутствие углерода в рассматриваемых породах в активной аморфной форме и в тесном контакте с силикатным сырьем, а также их количественные ресурсы, позволяют рассматривать шунгитовые породы в качестве перспективного углерод-минерального сырья для широкого спектра областей практического промышленного использования, в частности в производстве ССС. Сочетание, одновременно нескольких свойств, как химическая стойкость, термостойкость, электропроводность, малая теплопроводность и способность силикатной основы выступать в качестве активной добавки и т.д. дает возможность использовать шунгитовые материалы в качестве универсального наполнителя, что в свою очередь позволяет заменить некоторые дорогостоящие модифицирующие добавки в составе ССС.

В силу особенностей вещественного состава и структуры при измельчении шунгитовых пород даже микронные частицы шунгитовых порошков содержат и углеродную, и силикатную составляющие - именно это явление и определяет способность шунгитовых порошков совмещаться с полимерами различной полярности и позволяет образовывать прочные связи с вяжущими компонентами ССС [4,5].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В данной работе продукты после флотационного обогащения шунгитовых пород были использованы в качестве наполнителей и заполнителей для ССС. В качестве сырья была использована шунгитовая порода месторождения «Бакырчик» Востчно-Казахстанской области Чарского района.

Физико-химические характеристики шунгитовых пород были определены следующими методами: ИК-спектроскопия, СЭМ, элементный анализ.

ИК-спектроскопический анализ шунгитовых пород. Метод инфракрасной спектроскопии дает возможность получить сведения об относительных положениях молекул в течение очень коротких промежутков времени, а также оценить характер связи между ними, что является принципиально важным при изучении структурно-информационных свойств различных веществ. С помощью ИК-спектроскопии быстро и надёжно идентифицируются разнообразные функциональные группы: карбонильная, гидроксильная, карбоксильная, амидная, амино, циано и др.; а также различные непредельные фрагменты: двойные и тройные углерод-углеродные связи, ароматические или гетероароматические системы [6].

ИК-спектроскопический анализ шунгитовых пород проводили на ИК спектрометре «IR 200» с Фурье преобразователем.

Обогащение шунгитовых пород. Предварительно шунгитовую породу дробили до фракции 71 мкм, затем обогащали методом пенной флотации по углероду. Процесс флотации проводили на флотомашине ФМ-1М в одну стадию. Навеску исходной породы массой до 1,5 кг помещали в камеру флотомашины ёмкостью 3 дм^3, наполненную водой; в течение 10 минут проводили барботаж пульпы без подачи воздуха. Затем в пульпу вводили флотореагенты в определённом количестве. Пульпу с флотореагентами барботировали в течение 10 минут без подачи воздуха, далее осуществляли подачу воздуха со скоростью 15 см^3/мин. В качестве реагентов для флотации шунгита применялся Flotol B (вспениватель) и керосин (собиратель). С момента подачи воздуха проводили съём пены в течение 25-30 минут, после чего выход пены резко снижался, и цвет пульпы менялся от черного к серому, что свидетельствовало об окончании процесса [7].

Элементный анализ шунгитовых пород. Элементный анализ позволяет ответить на вопрос - из каких атомов (элементов) состоит анализируемое вещество. Во время научных исследований очень важно иметь точную картину состава вещества с целью контроля цепи превращений химических реакций [8].

Элементный анализ шунгитовых пород проводили на оптико-эмиссионном спектрометре ICP-OES Optima 4300 PV.

Сканирующая электронная микроскопия. Данные о структурных характеристиках образцов шунгитового носителя получены методом электронной микроскопии с помощью оптического (металлургического) микроскопа ***MEIJI*** и электронного микроскопа ***Quanta 3D 200i***.

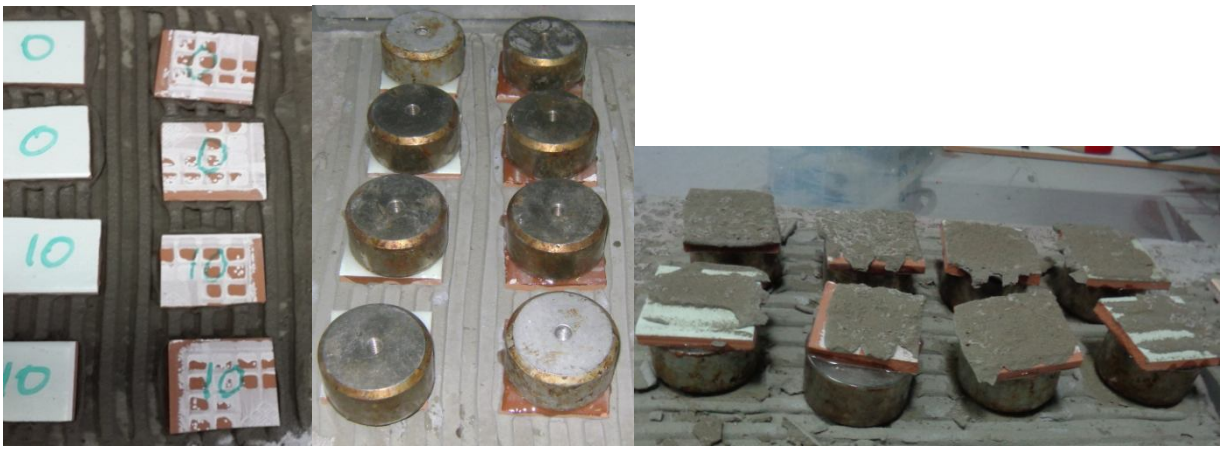
Методы определения показателей качества сухих строительных смесей на основе шунгитовых материалов

Полученные шунгитовые материалы были испытаны на заводе сухих строительных смесей ТОО «Henkel Bautechnik Kazakhstan». Испытания проводили путем замены карбоната кальция (известняковая мука) и природного песка на “хвосты” шунгита в рецептуре плиточных клеев и штукатурок. Была исследована адгезионная прочность (Н/мм^2), открытое время, время корректировки плиточных клеев и штукатурок. Исследования проводили на 3 марках плиточных клеев и на одной марке штукатурки. Плиты с нанесенными на них образцами хранили в различных условиях в соответствии с требованиями стандарта EN 1348-2007 [9]. Открытое время определяли по методике EN1346 «Растворы и клеи для керамической плитки» [10]. Определение открытого времени осуществляли следующим образом: плиточный клей наносили на бетонное основание, в начале и через 5, 10 и 20 мин укладывали плитки, которые выдерживали под воздействием груза весом 2 кг в течение 30 секунд. Прочность сцепления определяли после 28 суток хранения при нормальных климатических условиях.

Время корректировки. Приготовленный клей тонким слоем наносили на подготовленную поверхность шпателем, затем «прочесывали» зубчатым шпателем под углом 45º-60º. Далее на нанесенный раствор с легким нажимом укладывали плитки, и выдерживали под воздействием груза

весом 2 кг в течение 30 секунд. Корректировку положения плитки производили в течение 15-20 минут после ее укладки на поверхность [11].

Определение адгезионной прочности. Адгезионную прочность плиточных клеев определяли по EN 1348 «Растворы и клеи для керамической плитки. Определение прочности сцепления с основанием цементосодержащих растворов для внутренних и наружных работ» (рисунок 1).



а б в

а) нанесение клея на основания; б) приклеивание на поверхность плитки дисков с помощью эпоксидного клея; в) определение прочности на отрыв

Рис. 1. Определение адгезионной прочности плиточного клея

На бетонное основание с низкой впитываемостью шпателем с зубчиками 6х6 мм наносили приготовленный клеевой состав. В начале и через 10 мин после нанесения на раствор укладывали плитки. Затем их нагружали весом 2 кг на 30 сек. Прочность сцепления (прочность на отрыв) определяли согласно методике в нормах EN 1348 после следующих трех спососов хранения образцов:

1. Хранение образцов в течение 7 суток при нормальных климатических условиях.
2. Хранение образцов в течение 28 суток при нормальных климатических условиях.
3. Хранение образцов в течение 7 суток при нормальных климатических условиях и 21 сутки в воде [12].

Для определения адгезионной прочности клеевых растворов и штукатурок был использован адгезиметр ***Е142***.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

ИК-спектроскопическое исследование шунгитов позволило получить дополнительную информацию о структуре шунгитового углерода и качественном составе функциональных групп на их поверхности. На рисунке 2 представлены ИК-спектры шунгита. Из данных спектров поглощения в пробах природного шунгита присутствуют: кварц α-SiO_2 -1163, 1098, 800, 780, 695, 519, 477, 399, 374 $см^{-1,}$ мусковит $KA1_2[(OH, F)_2|\ AlSi_3O_{10}]$ - 3620, 1033, 942, 532, 474, 428 $см^{-1}$. Кальцит $CaCO_3$ - 1794, 1438, 877, 713 $см^{-1}$; кварц - SiO_2 -1172, 798, 779, 695, 474 $см^{-1}$; каолинит $A1_4[(OH)_8Si_4O_{10}]$ - 1105, 942, 914, 474, 428 $см^{-1}$, 5 НОН - 1610 $см^{-1}$, молекулы H_2O - 3448 $см^{-1}$.

В инфракрасных спектрах кварцитов по литературным данным так же обнаруживается спектральная картина (рисунок 3) кварц α-SiO2 - 1165-1090 $см^{-1}$, колебания связанных SiO_4-тетраэдров – 800 - 778 $см^{-1}$, O-Si-O деформационные колебания - 370, 395 $см^{-1}$ [13, 14].

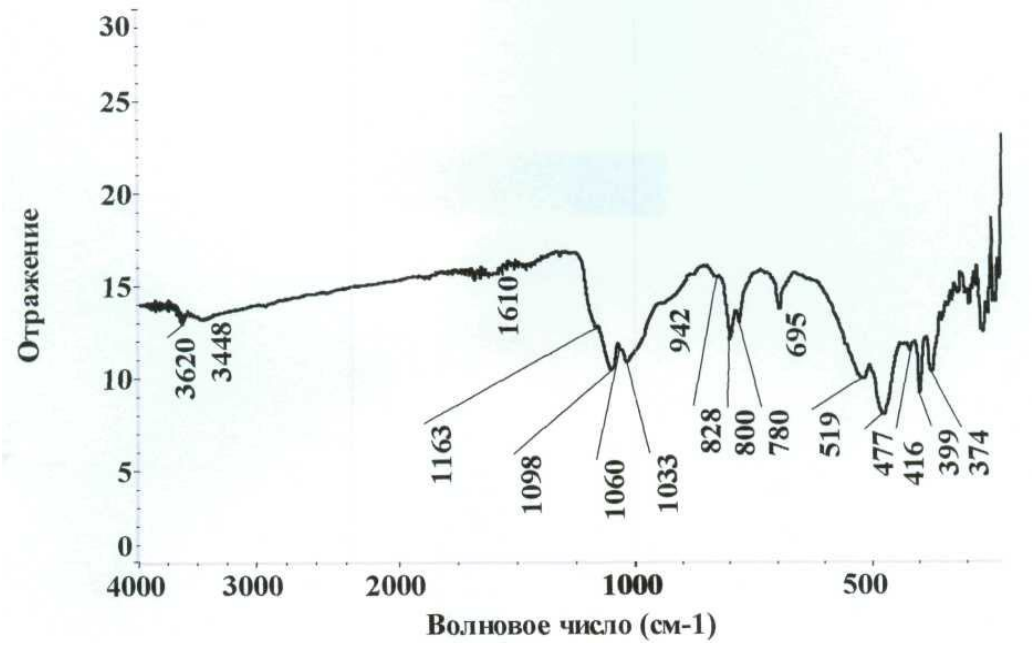


Рис. 2. ИК-спектры шунгитовой породы месторождения «Бакырчик»

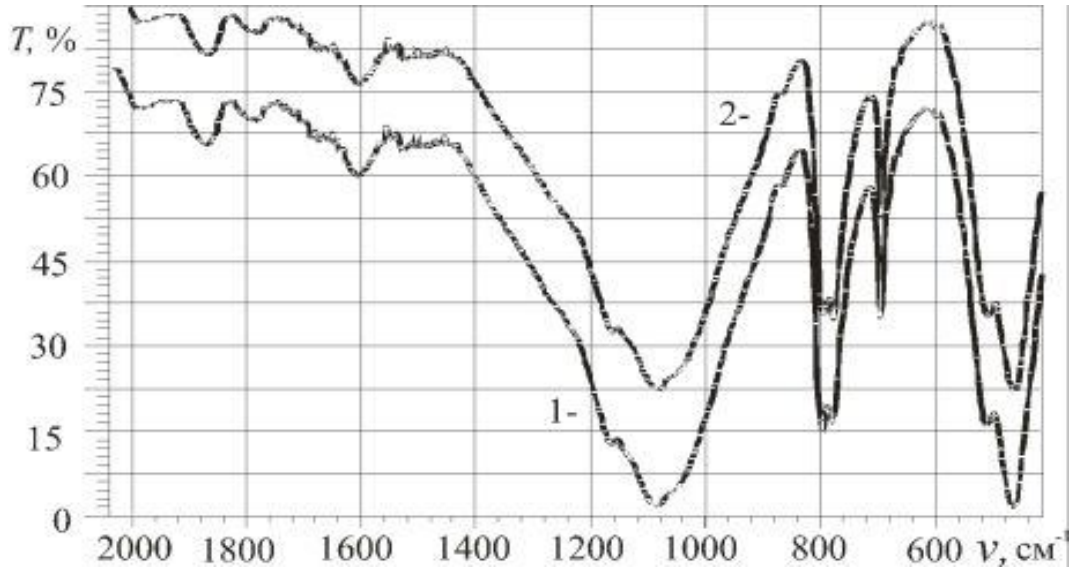


Рис. 3. Фрагменты спектров ИК-поглощения в области 2000...400 см-1 образцов кварцитов

Основной строительной единицей силикатной части кварцита является шестичленное кольцо из SiO_4 тетраэдров. Данные ИК-спектров шунгита свидетельствует о сходстве по химическому составу с кварцевым песком. Таким образом можно сделать вывод, что шунгитовые породы могут использоваться в ССС в качестве заменители кварцита, а также карбоната кальция.

Для увеличения содержания углерода в концентратах, и содержания оксида кремния и кальция в хвостах было произведено обогащение методом пенной флотации. Данный метод позволяет максимально разделить минеральную и углеродную составляющую шунгита. Шунгитовый концентрат используется для получения углерод минерального сырья, в качестве наполнителя резин, пигмента черного цвета для красок, сухих строительных смесей и др.

Результаты элементного анализа показали содержание углерода в образце шунгитовой породы - 19,10 % (масс.). В результате флотационного обогащения были получены: концентрат с содержанием углерода 40,50 % (масс.) и отходы после флотационного обогащения (“хвосты”), которые содержали 11,50 % (масс.) углерода и минеральную составляющую, которая играет важную роль при получении ССС.

Таблица 2. **Результаты флотационного обогащения**

№	Наименование материала	Средний выход, %	Содержание углерода, %
1	Шунгитовая руда	-	19,1
2	Концентрат	27,5	40,5
3	Хвосты	62,5	11,5

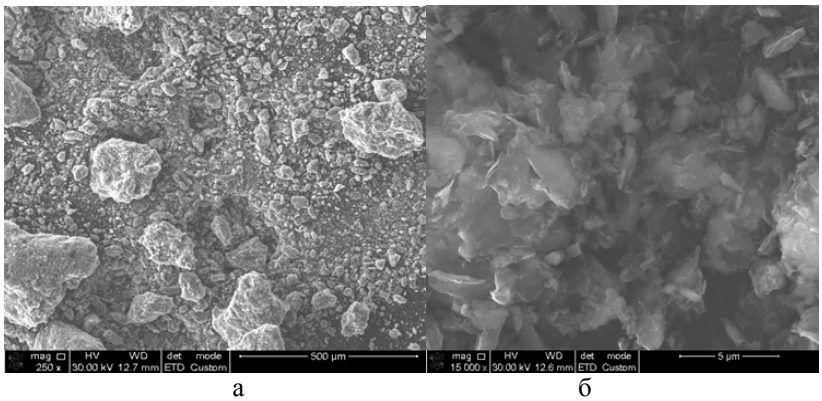
Результаты элементного анализа (табл.3) показывают, что после флотационного обогащения содержание углерода в образцах шунгитовых пород месторождения «Бакырчик» заметно увеличивается, а содержание минеральной части – соответственно уменьшается. В то же время в «хвостах» увеличивается процентное содержание оксидов кремния, алюминия и кальция, которые влияют на схватываемость, твердость, адгезионную прочность строительных смесей.

Таблица 3. **Усредненные составы образцов шунгита**

Наименование	Содержание компонентов, % (масс.)											
	C	SiO_2	TiO_2	SO_3	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	M_{Al}
Шунгитовая порода	19,10	51,30	0,64	0,20	12,40	4,70	2,00	3,36	2,80	1,00	2,20	0,30
Концентрат	40,50	37,30	0,51	0,90	8,7	2,70	2,20	2,80	0,90	1,50	1,80	0,19
Хвосты	9,60	62,10	0,60	0,1	14,50	3,20	1,50	3,90	2,50	0,60	1,10	0,30
*Строительный песок	4,2	78,64	0,12	0,12	6,68	1,45	0,25	5,89	0,70	0,64	0,96	0,35

*из литературного источника [15].

По данным электронной микроскопии (рисунок 4 а,б) «хвосты» после флотационного обогащения имеют микрогетерогенное строение. Структура частиц представлена хлопьевидными включениями на поверхности. На рисунке видно также, что на поверхности имеются возвышенности и впадины. Это обуславливается неоднородностью состава и природным происхождением.



а б

Рис. 4. Анализ сканирующей электронной микроскопии шунгитовых пород (увеличение 8000× (а) и 15000× (б))

Результаты испытания «хвостов» после флотационного обогащения в ССС

Открытое время и время корректировки плиточных клеев марки Ceresit CM12, Ceresit CM 16 и штукатурки марки Ceresit CT 190 - 20 минут; а для плиточного клея марки Ceresit CM 11 plus - 15 минут.

Таблица 4. **Адгезионная прочность плиточного клея марки Ceresit CM 11 plus**

Поверхность Плитки	Время, мин	Ceresit CM 11 plus	Ceresit CM 11 plus + «хвосты» шунгита	Ceresit CM11 plus	Ceresit CM 11 plus + «хвосты» шунгита	Ceresit CM11 plus	Ceresit CM 11 plus + «хвосты» шунгита
		сухое хранение (7 дней)		сухое (7 дней) + мокрое (21 дней) хранение		сухое хранение (28 дней)	
		Предел прочности, Н/мм^2					
Впитываемая	0	1,22	0,88	1,16	0,99	1,13	0,97
	10	1,06	0,65	0,91	0,75	0,81	0,62
Невпитываемая	0	0,82	0,68	0,88	0,84	0,87	0,81
	10	0,58	0,68	0,63	0,53	0,52	0,51

Таблица 5. **Адгезионная прочность плиточного клея марки Ceresit CM 12**

Поверхность Плитки	Время, мин	Ceresit CM 12	Ceresit CM 12 + «хвосты» шунгита	Ceresit CM 12	Ceresit CM 12 + «хвосты» шунгита	Ceresit CM 12	Ceresit CM 12 + «хвосты» шунгита
		сухое хранение (7 дней)		сухое (7 дней) + мокрое (21 дней) хранение		сухое хранение (28 дней)	
		Предел прочности, Н/мм^2					
Впитываемая	0	1,16	0,96	0.82	0,90	1,28	0,85
	10	0,72	0,78	0,16	0,70	0,69	0,87
Невпитываемая	0	0,91	0,77	0,66	0,94	0,74	0,63
	10	0,75	0,68	0,89	0,76	0,60	0,74

Таблица 6. **Адгезионная прочность плиточного клея марки Ceresit CM 16**

Поверхность Плитки	Время, мин	Ceresit CM 16	Ceresit CM 16 + «хвосты» шунгита	Ceresit CM 16	Ceresit CM 16 + «хвосты» шунгита	Ceresit CM 16	Ceresit CM 16 + «хвосты» шунгита
		сухое хранение (7 дней)		сухое (7 дней) + мокрое (21 дней) хранение		сухое хранение (28 дней)	
		Предел прочности, Н/мм^2					
Впитываемая	0	1,32	1,20	1,52	0,91	1,42	1,28
	10	1,02	1,04	1,55	0,84	1,91	1,36
Невпитываемая	0	1,06	1,14	1,12	0,71	1,15	0,91
	10	0,83	0,89	1,03	0,71	1,08	0,72

Таблица 7. **Адгезионная прочность штукатурки марки Ceresit CT 190**

Поверхность Плитки	Время, мин	Ceresit CT 190	Ceresit CT 190 + «хвосты» шунгита	Ceresit CT 190	Ceresit CT 190 + «хвосты» шунгита
		сухое хранение (7 дней)		сухое хранение (28 дней)	
		Предел прочности, Н/мм^2			
Впитываемая	0	1,25	1,16	1,09	0,92
	10	0,91	0,85	0,83	0,64
Невпитываемая	0	0,97	0,86	0,97	0,76
	10	0,64	0,49	0,72	0,59

По результатам исследовании установлено, что при введении в состав сухих строительных смесей шунгитовых материалов адгезионная прочность показывает соизмеримые результаты с промышленными аналогами (4-7 таблица). Лучший результат зафиксирован для состава плиточного клея марки Ceresit CM 16. Его адгезионная прочность после «сухого хранения» на впитываемой поверхности плитки составляет: в начальный момент времени – 1,20 МПа, по истечении 10 минут – 1,04 МПа; на невпитываемой поверхности: 1,14 МПа и 0,89 МПа соответственно. Согласно требованиям EN 12004:2007 «Растворы и клей для керамической плитки. Требования, оценка соответствия, классификация обозначения» [16], адгезионная прочность плиточного клея и штукатурки должна составлять не менее 0,5 МПа. Данному требованию соответствуют все испытанные составы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе были использованы методы определения физико-химических свойств шунгитовых пород: ИК-спектроскопия, элементный анализ, СЭМ. Установлено, что в шунгитовых породах содержание углерода составляет 19,1 % (масс.) Для увеличения содержания углерода было произведено обогащение методом пенной флотации. В результате чего были получены: концентрат с содержанием углерода 40,5 % (масс.) и отходы после флотационного обогащения (“хвосты”), которые содержат 11,50 % (масс.) углерода и минеральную составляющую, которая играет важную роль при получении ССС.

Полученные материалы были использованы при получении ССС. Испытания проводили путем замены в рецептуре плиточных клеев и штукатурок карбоната кальция (известняковая мука) и природного песка на “хвосты” шунгита. Лучший результат зафиксирован для состава плиточного клея марки Ceresit CM 16. Его адгезионная прочность после «сухого хранения» на впитываемой поверхности плитки составляет: в начальный момент времени – 1,20 МПа, по истечении 10 минут – 1,04 МПа; на невпитываемой поверхности: 1,14 МПа и 0,89 МПа соответственно. Введение разработанных материалов в другие клея показывало соизмеримые результаты прочности с промышленными аналогами. По результатам испытаний можно сделать вывод что все разработанные сухие строительные смеси пригодны для внутренних и наружных работ, а так же являются экологически безопасными.

Все проделанные лабораторные испытания позволяют рассматривать «хвосты» шунгита в качестве перспективного углерод-минерального сырья при получении ССС.

ЛИТЕРАТУРА

1 Савельев А.А. Инновационное решение в модификации сухих строительных смесей // Сухие строительные смеси – 2012. – №4. – С. 52-53.

2 Вэй П.А. Краткий обзор современного состояния развития производства сухих строительных смесей // Автоматизация и управление в технических системах. – 2012. – № 1. С. 11-16.

3 Носырева Я.В., Фильчакова Д.А.Перспективы изготовления сухих строительных смесей с использованием местного сырья // Материалы I Межвузовской научной конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых: Молодая мысль: Наука. Технологии. Инновации/ Строительство. – Братск, 2009. – С.33-35.

4 Nechipurenko S.V., Yefremov S.A., Mogilniy V.V., Nauryzbaev M.K. Technology of processing carbon containing materials of Kazakhstan and their role in production // Abstarcts of papers, 236th ACS National Meeting, Philadelphia, PA, Unites States. – 2008. – Publisher: American Chemical Society, Washington, D.C. CODEN: 69KXQ2 Conference.

5 Бутырин Г.М. Высокопористые углеродистые материалы. – М: Химия, 1976. – 190 с.

6 Грибов Л.А. Введение в молекулярную спектроскопию. – М: Наука, 1976. – 400 с.

7 Нечипуренко С.В., Шилина Ю.А., Ефремов С.А., Наурызбаев М.К. Флотационное обогащение шунгитовых пород Казахстана // Химический журнал Казахстана. – 2006. – № 3 (12). – С. 219-224.

8 https://ru.wikipedia.org/wiki/Элементный анализ (Дата обращения: 19.08.2015 год).

9 EN 1348-2007 «Клеи для керамической плитки. Определение прочности сцепления с основанием цементосодержащих растворов для внутренних и наружных работ».

10 EN1346 «Растворы и клеи для керамической плитки».

11 http://profiks.ru/index.php/produkcia/plitochnie-smesi/3-usilenniy-kley (Дата обращения: 19.08.2015 год).

12 Рональд Ф. Сухие смеси «quickmix» для укладки плитки и устройства полов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2009. – № 9. – С. 14-15.

13 Анциферова А.А. Исследование степени преобразования кварцитов методом инфракрасной спектрометрии // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4 . – С. 17-18.

14 Скрипникова Н.К., Волокитин О.Г., Шеховцов В.В., Алексеенко Е.К. Получение кварцевого стекла с помощью потоков низкотемпературной плазмы // XII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук». – Томск, Россия, 2015. – С. 1272-1274.

15 http://www.nds-1c.ru/product/pesok/1.1.2 (Дата обращения: 19.08.2015 год).

16 EN 12004:2007 «Растворы и клеи для керамической плитки. Требования, оценка соответствия, классификация обозначения».

REFERENCES

1 Savel'ev A.A. Innovatsionnoe reshenie v modifikatsii sukhikh ctroitel'nykh smeseiy // Sukhiestroitel'nye smesi. – 2012. – №4. – S. 52-53.

2 Vei P.A. Kratkii obzor sovremennogo sostoyaniya proizvodstva sukhikh stroitel'nykh smeseiy // Avtomatizatsiya I upravlenie v tehnicheskikh sistemakh. – 2012. – №1. S. 11-16.

3 NosyrevaYa.V., Fil'chakova D.A. Perspektivy izgotovleniya sukhikh stroitel'nykh smeseiy s ispol'zovaniem mestnogo syr'ya // Materialy I Mezhvuzovskoinauchnoikonferentsiistudentov, magistrantov, aspirantov i molodykh uchenykh: Molodaya mysl': Hauka. Tekhnologii. Innovatsii/ Stroitel'stvo. – Bratsk, 2009. – S. 33-35.

4 Nechipurenko S.V., Yefremov S.A., Mogilniy V.V., Nauryzbaev M.K. Technology of processing carbon containing materials of Kazakhstan and their role in production// Abstarcts of papers, 236th ACS National Meeting, Philadelphia, PA, Unites States. – 2008. – Publisher: American Chemical Society,Washington, D.C. CODEN: 69KXQ2 Conference.

5 Butyrin G.M. Vysokoporistye uglerodistye materialy. – M.: Khimiya, 1976. 190 s.

6 Gribov L.A. VVedenie v molekulyarnuyu spektroskopiyu. – M: Nauka, 1976. 400 s.

7 Nechipurenko S.V., Shilina Yu.A., Yefremov S.A., Nauryzbaev M.K. Flotatsionnoe obogashenie shungotovykh porod Kazakhstana // Khimicheskiiy zhurnal Kazakhstana. – 2006. № 3 (12). – S. 219-224.

8 https://ru.wikipedia.org/wiki/Elementnyiy analiz (Data obrashcheniya: 19.08.2015 god).

9 EN 1348-2007 «Klei dlya keramicheskoi plitki. Opredelenie prochnosti stsepleniya s osnovaniem tsementosoderzhashikh rastvorov dlya vnutrennikh I naruzhnykh rabot».

10 EN 1346 «Rastvory i klei dlya keramicheskoiy plitki».

11 http://profiks.ru/index.php/produkcia/plitochnie-smesi/3-usilenniy-kley (Data obrashcheniya: 19.08.2015 god).

12 Ronal'd F. Sukhie smesi «quickmix» dlya ukladki plitki I ustroyistva polov // Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka. . – 2009. – № 9. – S. 14-15.

13 Antsiferova A.A. Issledovanie stepeni preobrazovaniya kvartsitov metodom infrakrasnoi spektrometrii // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. – 2012. – № 4. – S. 17-18.

14 Skripnikova N.K., Volokitin O.G., Shekhovtsov V.V., Alekseenko E.K. Poluchenie kvartsevogo stekla s pomosh'yu potokov nizkotemperaturnoi plazmy // XII Mezhdunarodnaya konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh uchenykh «Perspektivy razvitiya fundamental'nukh nauk». – Tomsk, Rossiya, 2015. – S. 1272-1274.

15 http://www.nds-1c.ru/product/pesok/1.1.2 (Data obrashcheniya: 19.08.2015 god).

16 EN 12004:2007 «Rastvory I klei dlya keramicheskoiy plitki. Trebovaniya, otsenka sootvetstviya, klassifikatsiya oboznacheniya».

Кабулов А.Т., Кисыкова М.Е., Токпаев Р.Р., Атчабарова А.А., Митрофанова А.А.,
Булыбаев М., Кишибаев К.К., Тасибеков Х.С., Нечипуренко С.В., Ефремов С.А.

Шунгит жыныстарын байыту өнімдері негізінде жаңа құрғақ құрылыс қоспаларын алу

Түйіндеме. Бұл жұмыста Шығыс Қазақстан Облысы, Шар ауданы «Бақыршық» кен орнының шунгит жыныстарын байыту өнімдері негізінде жана құрғақ құрылыс қоспалары алынды. Элементті анализ, ИҚ-спектроскопия және СЭМ әдістері көмегімен шунгит жыныстарының физика-химиялық сипаттамлары мұқият зерттелді. Шунгит жыныстарының химиялық және түйіршікті құрам тұрақтылығын сақтау мақсатында және құрамындағы көміртек мөлшерін арттыру мақсатында көбікті флотация әдісімен байыту жүргізілді. Алынған шунгит жыныстарының байыту өнімдері ҚҚҚ өндірісінде сынақтан өткізілді. Сынақ плиткаларға арналған желімдер мен сылауға арналған қоспа құрамындағы кальций карбонаты (әкті ұн) мен табиғи құмды шунгит қалдықтарына алмастыру арқылы орындалды. Барлық жүргізілген лабораториялық сынақтар шунгит жыныстарын ҚҚҚ өндірісінде болашағы мол көміртек-минералды шикізат бола алатындығын көрсетеді

Негізгі сөздер: құрғақ құрылыс қоспалары, шунгит, толтырғыштар, адгезиялық беріктілік.

Kabulov A.T., Kissykova M.E., Tokpayev R.R., Atchabarova A.A., Mitrofanova A.A.,
Bulybaev M., Kishibayev K.K., Tassibekov Kh.S., Nechipurenko S.V., Yefremov S.A.

Obtaining new dry mixes based on products of shungite rocks enrichment

Summary. In this paper new dry mixes were obtained based on products of shungite rocks enrichment from deposit "Bakyrchik" of the East Kazakhstan region. Physico-chemical characteristics of the shungite rocks were carefully studied by elemental analysis, IR spectroscopy and SEM. We made enrichment by froth flotation to preserve the constancy of chemical composition and particle size and for increasing the carbon content. The resulting products of shungite rocks enrichment were tested in the production of dry mixes. Tests were conducted by replacing calcium carbonate (limestone flour) and natural sand to "waste" of shungite in the recipe of tile adhesives and plasters. All realized laboratory tests allow considering schungite rocks as a promising carbon-mineral raw materials in the production of dry mixes.

Key words: dry mixes, shungite, fillers, the adhesive strength.

УДК 543.632.542

[1]Тулеуов А.М., [1]Сырманова К.К., [2]Негим Э.С., [1]Калдыбекова Ж.Б.
([1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті
[2]Faculty of Science and Engineering, University of Wolverhampton, Wolverhampton, UK)

ЭПОКСИКСИЛИТАНДЫ КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫҢ МОДИФИКАЦИЯЛАУ ПРОЦЕССІН ЗЕРТТЕУ

Кілт сөздер: мұнайгаз саласы, эпоксиксилитан, жабын толықтырушылары, полеуретан, жабынның химиялық құрамы, кебу кинетикасы.

Мұнай-газ саласында полимерлік жабындарды қолданудың ерекшелігі бірмезгілде орындалатын функциялардың алуан түрлі болуында. Сондықтан бір материалдың негізінде талап қойылған қасиеттер жиынтығымен жабын жасау күрделі және әрқайсысы жабынның белгіленген қасиеттерін қалыптастыратын түрлі материалдардың құрылымына қажеттілік туындайды. Жабынның құрылымын бағытты өзгерте отырып, сериялы шығарылатын материалдардың негізінде қасиеттердің талап қойылған үйлесіміне қол жеткізуге болады.

Осы немесе өзге құрылымды ұтымды қолдану аясы жабынның тағайындалуымен анықталады[1-2]. Жол жағдайында құбыржолдарды оқшаулау үшін қазіргі таңдағы шаңдалған жабынды шартты түрде екі топқа бөлуге болады: бір қабатты және екі қабатты. Бір қабатты жабын өзі айтып тұрғандай: бір қабаты металл үшін қорғаныс тосқауылы болып табылады. Ол пайдалану жағдайы үшін өз өзіне жеткілікті – соққы, үйкелу кезінде айтарлықтай берік, қызуға төзімді және т.б. Екі қабатты жабын өзге қағида бойынша жасалған. Ішкі құбырды қорғайды, астарлау қабаты біркелкі жұқа. Бірақ, ол әсіресе төмен температуралар кезінде соққыларға жеткілікті дәрежеде төзімді әрі иілімді емес, сондықтан қорғаныс қабатының өзі сыртқы ортадан қорғалуға мұқтаж.

Бұл үшін қабатқа екінші, қою сылайтын қабат жағылады. Бірақ бұл ретте қабаттар бір бірімен берік қосылулары тиіс. Бір қабатты жабындар полиэпоксидті, бірақ көбінесе – полиурентанды немесе полимочевинді болады. Екі қабатты жабындар құрамында, әдетте, табиғат жаратылысының түрлі қабаты бар. Ішкі – эпоксидті немесе түрлендірілген полиуретанды, сыртқы – полиуретанды, түрлендірілген полиурентанды, сирек – эпоксидті.

Эпоксидті композицияның қабілетіне табиғат және толтырғыштың көлемі көп әсер етеді. Оны енгізу физико-механикалық, адгезиондық, диэлектрлік қабілетін, суға төзімділігін, шөгуін сонымен бірге эпоксидті шайырдың тіршілік қабілеттілігін және шеттету деңгейін елеулі өзгерте алады [3].

Тірлішік қабілеттілігінің түріне байланысты ұлғаюы немесе кемуі мүмкін. Тіршілік қабілеттілігі толтырғыштың көлеміне, оның жалпы жылу өткізгіштігіне және жылу сыйымдылығына байланысты. Толтырғышты енгізу барысында экзотермиялық әсердің температурасы және шөгуі төмендейді. Шөгудің төмендеуі толтырғыштың көлеміне тепе-тең болады. Толтырғыштар су өткізгіштігін төмендетуі, химиялық тұрақтылығын арттыруы мүмкін.

Жұмыс барысында полиуретанмен түрлендірілген эпоксиксилитанды жабындарды қатайту процестері зерттелді. Таңдап алынған композициялар үшін тоттану ортасының көрсеткіштерін ескеру арқылы толтырғыштарды және дақтарды іріктеп алу қажет. Белгілі әдістерді [1,3-5] қолдана отырып, барынша жиі қолданылатын толтырғыштар мен дақтардың полиуретанмен түрлендірілген

эпоксиксилитанды жабындардың физико-механикалық қасиеттеріне әсер етулері анықталды. Осылайша, түрлендірілген эпоксиксилитанды қабықшаларды зерттеу үшін мыналар қолданылды:

1. Эпоксиксилитанды шайыр (эпихлоргидрині бар диглицидилді эфир ксилитанының әсер ету өнімі)
2. Полиуретан – полиокситетраметиленгликольдің және 2,4- толуилендиизоцианаттың негізіндегі өнім
3. Еріткіш -1,3 диоксалан
4. Толтырғыштар және дақтар – ақсаз, графит, слюда (минарал түрі), ақ минерал ұлпа, қос тотық, титан (күміс түсті ақ металл).
5. Қатайту –полиэтиленполиамин (ПЭПА).

Эпоксиксилитанды олигомерлерге танымал эпоксидті олигомерлердің бүкіл құнды қасиеттерінің жиынтығы тән: жоғары адгезиондық қабілет, қатайту жеңілдігі, механикалық төзімділік, химиялық тұрақтылық, шағын шөгу және т.б.

Жаңа техниканы құру аясында техникалық үдеріс өндірістің шикізаттары мен қалдықтарын кешенді пайдалану арқылы барынша жоғары пайдалану қасиеттерімен және өзіндік сипаттамаларымен құрылымдық полимерлік материалдарды құру бағыты бойынша көлемді міндеттерді алға тартады.

Эпоксидті композициялар алу үшін құрамында гидроқышқылы бар шикізат ретінде ксилитанды пайдалану нақты қызығушылықты білдіреді, себебі оның құрамында тікелей циклдың жанында орналасқан гетероциклдың және әсер ету қабілеті бар гидроксильдік топтардың орын алуы, оның негізінде өзіндік қабілеттерімен эпоксидті олигомерлер алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар ксилитан айтарлықтай арзан және қол жетімді, себебі ол мақта қауызы, сабан, жүгерінің өзегі түрінде құрамында пентозан бар өсімдік материалдарының қалдығынан өндіріледі, олардың қоры жыл сайын жаңаруға байланысты сарқылмайды[6-7].

Полиуретанмен түрлендірілген эпоксиксилитанды жабындардың негізінде (1-кесте) түрлендірудің ұсынылған нұсқаларының (1-5) және түрлендірілмеген эпоксиксилитанды шайырдың (ЭКШ) қасиеттері салыстырылады.

Композицияны дайындау (1-5) келесідей тәртіппен жүргізілді. Түрлі физикалық-химиялық реакциялар жүретін қондырғыға еріткіш, полиуретан жүктейді және толығымен еріген соң эпоксидті шайыр, толтырғыш, дақтар жүктеліп, біркелкі қоспа алғанға дейін қозғайды.

1-кесте. **Түрлендірудің ұсынылған нұсқаларының (1-5) және түрлендірілмеген эпоксиксилитанды шайырдың (ЭКШ) қасиеттері.**

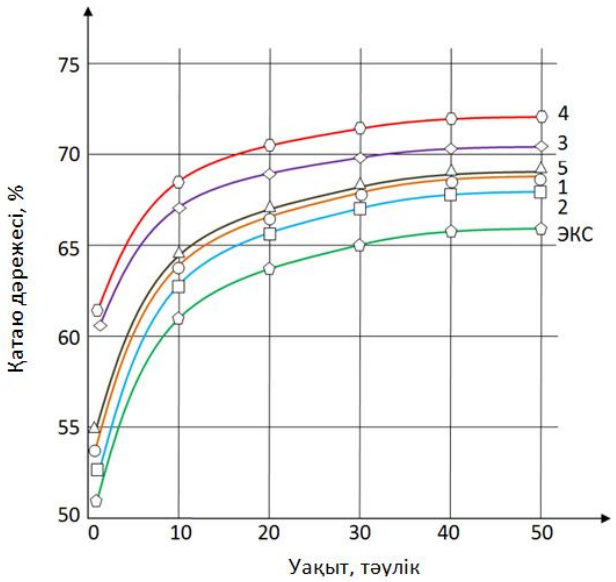
Компоненттер	Жабын құрамы, масс.с.					
	Түрлендірілген жабындар					Түрлендірілмеген жабындар
	1	2	3	4	5	ЭКС
Эпоксиксилитанды шайыр ЭКС -20	6	6	6	6	6	10
Полиуретан	4	4	4	4	4	-
Полиэтиленполиамин	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2,0
Каолин	18	-	-	-	-	18
Слюда	-	18	-	-	-	-
Тальк	-	-	18-	-	-	-
Графит	-	-	-	18	-	-
Титан диоксиді	-	-	-	-	18	-

Қол жеткізілген біркелкі қоспаны шарлы диірменге жекізеді және Клин аспабы бойынша 80÷ 90 бірл.бөлшектілігіне дейін ұнтақтайды. Дайын құрамды сақтауға арналған сыйымдылыққа құяды. 1-кестеде көрсетілген ережелер бойынша композицияны дайындау үшін оның негізіне аминді қатайтқыш қосылып, мұқият араластырылады. Жабындарға сынақ жүргізу үшін 25 ± 5^{0}С кезінде ВЗ-4 бойынша 60-80 с$^{-1}$ тұтқырлығы бар құрамды металды пластинкаға 20±5 ^{0}С кезінде 3-5 с қабатаралық кептіру арқылы бояу жаққышпен 1,2 немесе 3 қабат жағады.

Эпоксидті олигомерлер тек қаттайған соң ғана құнды қасиетке ие болатындығы мәлім. Түрлендірілген эпоксидті қабықшалардың қатаю кинетикасын зерттеу Сокслетта аппаратында ацетонмен бөліп алу әдісімен жүргізілді.

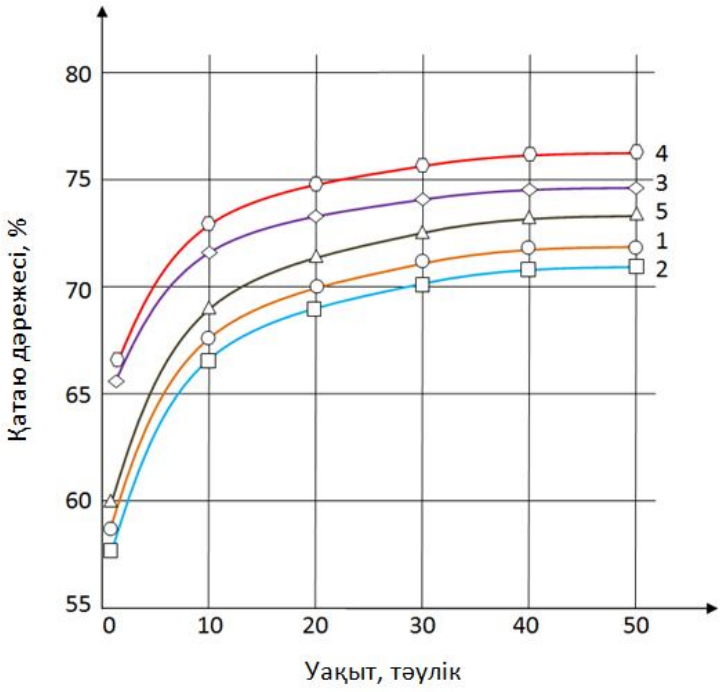
25^0С температурасында 1,5,10,20,30,40 және 50 тәулік бойы түрлендірілген (1-5) және түрлендірілмеген (ЭКШ) эпоксидті қабықшалардың қатаю кинетикасы зерттелді.

1-суретте ұсынылған және ацетонмен бөліп алу әдісі арқылы жүргізілген зерттеулердің нәтижелерінде алғашқы 10 тәулікте барлық зерттеліп отырған қабықшалардың қатаю деңгейі жоғары, әрі қарай қатаю деңгейі шамалы ғана жоғары болғаны байқалады. Алғашқы 10 тәулікте барынша қарқынды қатаю деңгейі №3, әсіресе № 5 (1-сурет) композициясының қабыршаларында 76-77% жетіп, ал №1, №2 және № 4 қабықшалар үшін ол 66% төмен екендігі байқалады. Түрлендірілмеген қабықшада қатаю деңгейі төмен және алғашқы 10 тәулікте 67% шамалы ғана асады. 15 тәуліктен соң қатаю деңгейіндегі айырмашылық біршама кемиді. Сонда да толтырғыш ретінде тальк (ақ минерал ұлпа) пен қос тотықты титанды (күміс түсті ақ металл) қосу арқылы қабықшалар барынша жоғары нәтижелер көрсетіп отыр.



1-сурет. Ауаның ылғалдылығы 25% және 25^0С кезінде зерттеліп отырған жабындардың қатаю деңгейінің уақытқа тәуелділігі.

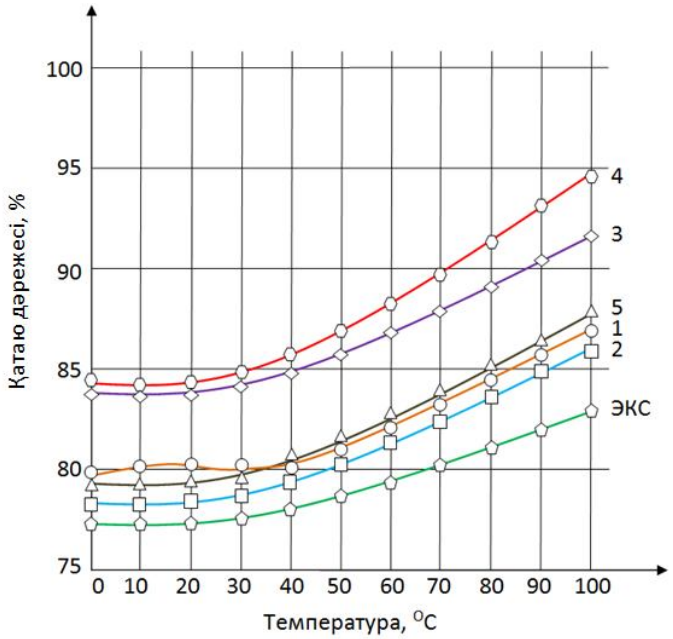
Алдыңғы зерттеулер 25% тең қоршаған ортаның ылғалдылығы үшін жүргізілді. Қатаю деңгейіне ауа ылғалдылығының әсер етуін анықтау үшін ауа ылғалдылығы 50% кезінде зерттеулер жүргізілді. Мұндай зерттеулердің нәтижелері 2-суретте ұсынылған.



2-сурет. Ауаның ылғалдылығы 50% және 25^0С кезінде зтүрлендірілген жабындардың қатаю деңгейінің уақытқа тәуелділігі

Ұсынылған нәтижелерден, ылғалдылық 50% кезінде тиісті композициялардың қатаю деңгейінің көлемі ылғалдылық 25% кезіндегі сол композициялардың қатаю деңгейінен айырмашылығы шамалы ғана екенін көріп отырмыз (2-сурет).

Қатаю деңгейіне температураның әсер етуін зерделеу барлық қабықшалар үшін ол жоғарылайтындығын және 100°С кезінде № 5 (қос тотықты титан) композициясында оның көлемі 89% жетіп, ал №1, №2, № 4 композицияларда және ЭКШ ол 78-82% аралығында екенін көрсетті (3-сурет).



3-сурет. Түрлендірілген және түрлендірілмеген жабындардың температураға тәуелділігі.

Осылайша, ПЭПА орын алуымен эпоксиксилитанды шайыр мен термопластинді полиуретанның бірлесуін қамтамасыз ететін, композициялық жабында компоненттердің шектелген қатынасы анықталды. Ол 3:7 құрайды.

Қабықшалардың минимальді уақытта кебуін (3 сағаттан жоғары емес) сипаттайтын жабындардың оңтайлы химиялық құрамы белгіленді. Мұндай жабындарда ПЭПА орын алуымен эпоксиксилитанды шайырдың термопластинді полиуретанға қатынасы 6:4 құрайды, ал ПЭПА шығыны өте төмен, 1,2м.с.жоғары емес. Эпоксидті түрлендірілген жабындардың қатаю кинетикасын зерттеу негізінде олардың қатаю деңгейі алғашқы 10 тәулікте барынша қарқынды жоғарылайтындығы анықталды. Бұл ретте 50°С жоғары температурада қатаю қарқындылығы жоғарылайды.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Гоник А.А Маняхина Т.И. Защита стальных нефтяных резервуаров от коррозии.М.:Недра,2001.340с.

2. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов.М.: Металлургия,2006.298с.

3. Розенфелдь И.Л.,Рубинштейн Ф.И., Жигалова К.А. Защита металлов от коррози лакокрасочными покрытиямы.М.:Химия, 2007.356с.

4. Гизатллин Р.Р, Старочкин А.В., Рамеев М.К, Сайфудинов М.И. Антикоррозионные свойства клеевых грунтовок для пленочной изоляций трубопрововодов//Трубопрововодный транспорт нефти.1997, №6 стр. 25-26.

5. Гладких И.Ф, Чуркасов Н.М., Ибрагимов М.Ш., Петров А.П. Новый антикоррозионный матерал «Асмол»//Трубопроводный транспорт нефти, 1998, №12, С.10-11.

6. Сырманова К.К. Полифункциональные реакционноспособные олигомеры и полимерные материалы на основе ксилита и ксилитана. Композиционные материалы // 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. том 7, С.141-144.

REFERENCES

1. Gonik A.A., Manyakhin T.I. The theory of steel oil tanks protection from corrosion. M.:Nedra, 2001. Page 340.

2. Zhuk N.P. The theory of corrosion and protection of metals. M.: Metallurgy, 2006, page 298.

3. Rozenfeld I.L., Rubenstein F.I., Zhigalova K.A. ‘Protection of metals against corrosion paint and varnish coverings’ . M. Chemistry, 2007, page 356.

4. Gizatllin R.R, Starochkin A.V. Rameev M.T., Sayfudinov M.I, 'Anticorrosive properties of glue primers for layer isolation of pipelines // Pipeline oil tranport.1997, No. 6, pages 25-26.

5. Galdkikh I.F, Churkasov N. M., Ibragimov M.Sh, Petrov A.P. 'New anticorrosive material "Asmol"//Pipeline transportation of oil. 1998, No. 12, pages 10-11.

6. Syrmanova K.K. Multifunctional reactive oligomers and polymeric materials on the basis of xylitol and xylitan. Composites//Works of the international scientific and practical conference "Development of Sciences, Educations and Cultures of Independent Kazakhstan in the conditions of Global Challenges of the Present" devoted to the 70 anniversary of SKSU named after M.Auezov. Shymkent, 2013. volume 7, pages 141-144.

Тулеуов А.М., Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б.

Исследование процесса модификации эпоксиксилитановых композиций.

Резюме. Исследованы процессы на основе модифицированного полиуретана эпоксиксилитанового покрытия затвердевания. Ограниченной соотношение компонентов в агрессивных покрытия было определено, что обеспечивает сочетание эпоксиксилитановой смолы и термопластичного полиуретана в присутствии полиэтиленполиамина. Было исследована кинетика затвердевания модифицированного эпоксиксилитанового покрытия.

Ключевые слова: нефтегазовая отрасль, эпоксиксилитан, наполнители для покрытия, полиуретан, химический состав покрытий, кинетика отверждения.

Tuleuov A.M., Syrmanova K.K., Negim E.S., Kaldybekova Zh.

The research of modification process of epoxylitane compositions.

Summary. This article is devoted to research of polyurethane modified epoxylitane coatings solidification processes. Limited ratio of the components in corrosive coating was defined, which provides combination of epoxylitane tar and thermoplastic polyurethane in presence of PEPA. Kinetics of solidification of modified and nonmodifies epoxylitane film was researched.

Key words: oil and gas branch, epoxy xylitol, coverings excipients, polyurethane, chemical composition of coverings, kinetics of hardening.

УДК 004.932.2

V. N. Nizamutdinov
(International Information Technologies University, Kazakhstan, Almaty,
astartes91@gmail.com)

DEVELOPMENT OF IMAGEJ FUZZY LOGIC BASED EDGE DETECTION PLUGIN

Abstract. ImageJ - open source application for image processing, widely used in the analysis of medical images, astronomy, geography. ImageJ functionality can be extended by plugins. This article describes the development of fuzzy-logic based edge detection plugin for ImageJ in Java.

Key words: fuzzy logic, edge detection, imagej, image processing, computer vision.

ImageJ. ImageJ - open source software for image analysis and processing, written in Java at National Institutes of Health and distributed without licensing restrictions in the public domain [1]. Open API allows the flexibility to maximize the functional by means of plugins, and built-in macro language - to automate complex repetitive tasks. ImageJ is widely used in biomedical research, astronomy, geography and other disciplines related to image analysis.

Edge detection. Edge detection is the name for a set of mathematical methods which aim at identifying points in a digital image at which the image brightness changes sharply or, more formally, has discontinuities [2]. The points at which image brightness changes sharply are typically organized into a set of curved line segments termed edges. Edge detection is a fundamental tool in image processing, machine vision and computer vision, particularly in the areas of feature detection and feature extraction. There are many methods for edge detection, for example, Canny edge detection, Sobel operator, Prewitt operator, etc.

Fuzzy logic. The mathematical theory of fuzzy sets and fuzzy logic are generalizations of classical set theory and classical formal logic. These concepts were first proposed by the American scientist Lotfi Zadeh in 1965. The main cause of the new theory was the presence of fuzzy and approximate reasoning in the description of processes, systems, facilities. In two-valued logic a proposition is either true or false, but not both. The 'truth' or 'falsity' which is assigned to a statement is its truth-value. In fuzzy logic a proposition

may be true or false or have an intermediate truth-value, such as maybe true [3]. Fuzzy logic is based on the concept of fuzzy set, the object with the membership function of element to the set, taking any value in the range [0, 1], and not just 0 or 1.

A fuzzy set is an extension of a crisp set. Crisp sets allow only full membership or no membership at all, whereas fuzzy sets allow partial membership. In a crisp set, membership or nonmembership of element x in set A is described by indicator function $\chi_A(x)$ (1).

$$\chi_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

Theory of fuzzy set extends this concept by means of defining partial membership. A fuzzy set A on a discourse universe U is characterized by a membership function $\mu_A(x)$: $U \to [0, 1]$ that takes values in the interval [0, 1] (figure 1).

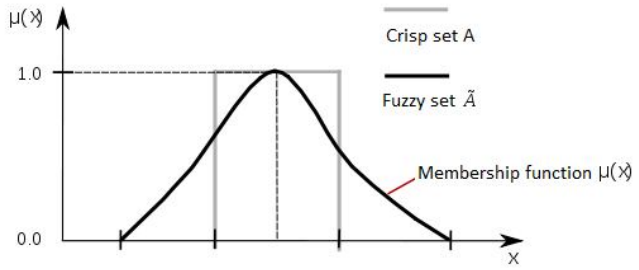


Figure 1. Membership function for fuzzy set and indicator function for crisp set

A fuzzy set A in U may be represented as a set of ordered pairs, where each pair consists of a generic element x and its grade of membership function (2).

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in U\} \quad (2)$$

In fuzzy logic, the notion of linguistic variable is introduced, whose values are not numbers, but words of natural language, called terms. The set of values that it can take is called its term set. Each value in the term set is a fuzzy variable defined over a base variable. The base variable defines the universe of discourse for all the fuzzy variables in the term set. The hierarchy is as follows: linguistic variable -> fuzzy variable -> base variable. In summary: A linguistic variable takes a linguistic value, which is a fuzzy set defined on the universe.

Fuzzy If-Then rules or fuzzy conditional statements or fuzzy production rules are expressions of the form "If A Then B", where A and B are labels of fuzzy sets characterized by appropriate membership functions. In fuzzy system the antecedent and consequent propositions are fuzzy sets with linguistic labels. The linguistic model with fuzzy sets has been introduced to capture qualitative knowledge in the form of if-then rule (3).

$$If\ x\ is\ A_i\ Then\ y\ is\ B_i,\ i = 1,2,\ldots,k, \quad (3)$$

where x is a linguistic antecedent variable,

A_i are antecedent linguistic labels,

y is a consequent linguistic variable,

B_i are consequent linguistic terms.

Fuzzy logic based method for edge detection proposed by C. Suliman, C. Boldisor, R. Bazavan, F. Moldoveanu. This method consists of several steps [4]:

1. Pre-processing of image - if the image is not in grayscale, then grayscale conversion and noise removal – for this purpose authors used Gaussian filter.

2. Edge detection.

1) For each pixel in image, we need to form a 4-dimensional vector $x = (d_1, d_2, d_3, d_4)$, which contain bi-directional summed magnitude differences in gray level between p5 and its neighbors are designated by d1, d2, d3 and d4 for directions 1, 2, 3 and 4, respectively. Components of this vector are calculated in ((4a) – (4d)). Figure 2 shows the 3×3 neighborhood of pixels about the center pixel p5 as well as the four directions in which edges may appear.

$$d_1 = |p_1 - p_5| + |p_9 - p_5| \quad (4a)$$

$$d_2 = |p_2 - p_5| + |p_8 - p_5| \quad (4b)$$

$$d_3 = |p_3 - p_5| + |p_7 - p_5| \quad (4c)$$

$$d_4 = |p_4 - p_5| + |p_6 - p_5| \quad (4d)$$

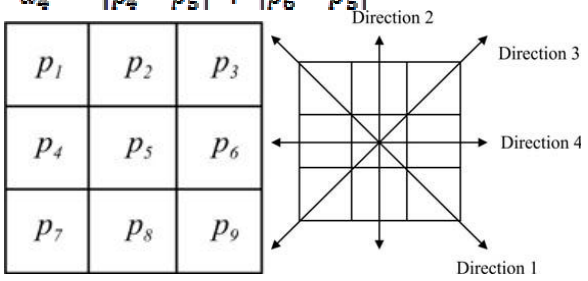


Figure 2. Central pixel p_5 with his neighbors and four directions in which an edge may appear

2) Each pixel of the image must be classified into six classes (four true edge classes, noisy edge class and background class) with following vectors, which contain coordinates of centers of this classes:

- c_0 = *(min,min,min,min)* - background,
- c_1 = *(min,max,max,max)* - edge,
- c_2 = *(max,min,max,max)* - edge,
- c_3 = *(max,max,min,max)* - edge,
- c_4 = *(max,max,max,min)* - edge,
- c_5 = *(max,max,max,max)* - noisy edge,

where *min, max* – user-defined values.

These 6 classes have following membership functions ((5a) – (5f)):

- (5a) – for class 0,
- (5b) – for class 1,
- (5c) – for class 2,
- (5d) – for class 3,
- (5e) – for class 4,
- (5f) – for class 5.

$$\mu_0(x) = \max\left\{0, 1 - \frac{||x - c_0||}{w}\right\}, \quad (5a)$$

$$\mu_1(x) = \max\left\{0, 1 - \frac{||x - c_1||}{w}\right\}, \quad (5b)$$

$$\mu_2(x) = \max\left\{0, 1 - \frac{||x - c_2||}{w}\right\}, \quad (5c)$$

$$\mu_3(x) = \max\left\{0, 1 - \frac{||x - c_3||}{w}\right\}, \quad (5d)$$

$$\mu_4(x) = \max\left\{0, 1 - \frac{||x - c_4||}{w}\right\}, \quad (5e)$$

$$\mu_5(x) = \max\left\{0, 1 - \frac{||x - c_5||}{w}\right\}, \quad (5f)$$

where x – input feature vector, c_i – coordinates of center of i-th class, w – user-defined parameter, which controls radius of membership function surface.

Fuzzy classifier inputs received feature vectors, each output node corresponds to one class (figure 3). Activation function on each node is corresponded class membership function. Input vector is classified as belonging to the class, at the output node of which observed the maximum value of membership function. If pixel does not belong to any of the classes, it is considered as background pixel, and his color will be black.

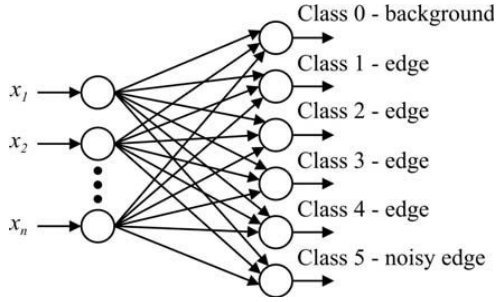


Figure 3. fuzzy classifier architecture

3) In order to thin edges, we must hold competition between pixel and his neighbors. Depending on the edge class to which pixel belongs, it is necessary to hold competition between pixel and its neighbors on either side of one from four possible directions. If value of the pixel is greater than value of its neighbors, this pixel won the competition and its color becomes white. The rules that carry out the competition between pixels are presented below:

- *IF $x \in$ Class 0 (background) THEN pixel color will be black*
- *IF $x \in$ Class 1 (edge) THEN compare d_3 and the neighbouring pixels in direction 3*
  - *IF d_3 greater than neighbors THEN pixel color will be white*
  - *OTHERWISE pixel color will be black*
- *IF $x \in$ Class 2 (edge) THEN compare d_4 and the neighbouring pixels in direction 4*
  - *IF d_4 greater than neighbors THEN pixel color will be white*
  - *OTHERWISE pixel color will be black*
- *IF $x \in$ Class 3 (edge) THEN compare d_1 and the neighbouring pixels in direction 1*
  - *IF d_1 greater than neighbors THEN pixel color will be white*
  - *OTHERWISE pixel color will be black*
- *IF $x \in$ Class 4 (edge) THEN compare d_2 and the neighbouring pixels in direction 2*
  - *IF d_1 greater than neighbors THEN pixel color will be white*
  - *OTHERWISE pixel color will be black*
- *IF $x \in$ Class 5 (noisy edge) THEN pixel color will be white*

3. Applying morphological skeletonization

Development of ImageJ plugin. Edge detection plugin was developed on the basis of Suliman et al. method, but has a number of peculiarities: at the stage of preprocessing there is no noise removal and at the stage of postprocessing instead of applying morphological skeletonization there is a removal of isolated solitary white pixels (figure 4). The plugin is written in Java and does not use third-party libraries, except standard ImageJ libraries.

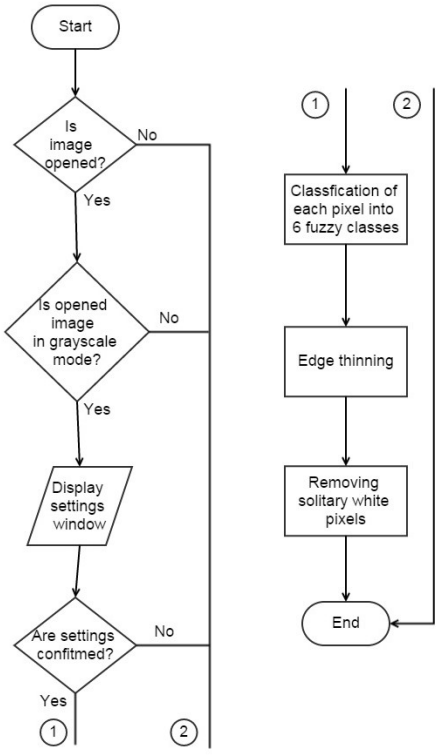


Figure 4. flowchart of developed plugin

Plugin works only with 8-bit grayscale images. Before the beginning of work, it is necessary to confirm or change plugin settings. Plugin settings window shown in figure 5. Default value for parameter “Low value” = 4, for parameter “High value” = 48, for parameter “Weight” = 240.

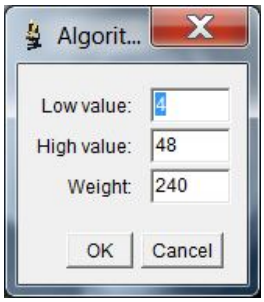
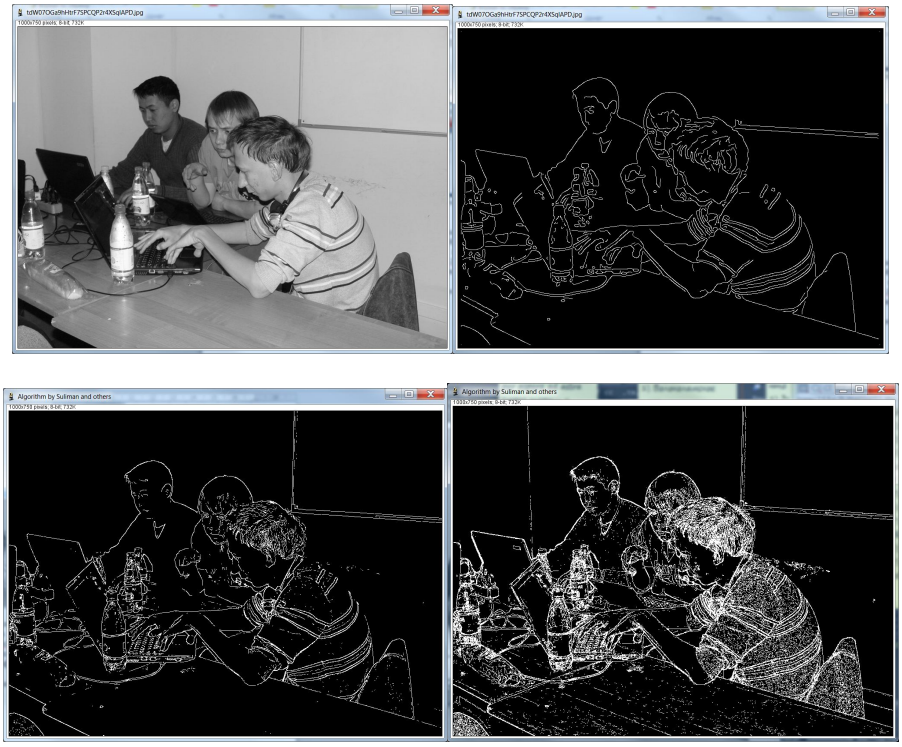


Figure 5. plugin settings window

Results. The plugin has been tested in ImageJ 1.49m with 1000x750 px JPEG image on computer with following characteristics:

- processor Intel Core i7-3610QM 4-core 2.3GHz
- 8GB RAM
- 128GB SATA III SSD
- OS Windows 7 64-bit
- Java VM 1.8.40

Average working time of Canny edge detection plugin implemented by Tom Gibara with default settings (Gaussian kernel radius = 2.0, Low threshold = 2.5, High threshold = 7.5, Normalize contrast = false) was 3.16s. Average working time of developed edge detection plugin with default settings (Low value = 4, High value = 48, Weight = 240) was 0.22s. Figure 6 shows the results of applying Canny edge detection and fuzzy edge detection to grayscale image in ImageJ.



a) b)

c) d)

Figure 6. a) original image, b) edges detected by Canny edge detector with default parameters, c) edges detected by developed plugin with default parameters, d) edges detected by developed plugin with parameters “Low value” = 0, “High value” = 20, “Weight” = 256

Conclusions. Developed fuzzy logic based edge detection plugin runs almost 14 times faster than Canny edge detection plugin and has a higher sensitivity to both true edges and noise edges. A smaller “High value” yields more sensitivity to edges (and displays more noise), whereas a larger “Low value” maps more of the weak edges to the background.

REFERENCES

1. José María Mateos Pérez, Javier Pascau. Image Processing with ImageJ. – Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2013, 140 p.

2. Wilhelm Burger, Mark J. Burge. Principles of Digital Image Processing. Volume 1. Fundamental Techniques. – London: Springer-Verlag London Limited, 2009, 273 p.

3. S. N. Sivanandam, S. Sumathi and S. N. Deepa. Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB. Berlin – Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007, 441 p.

4. C. Suliman, C. Boldisor, R. Bazavan, F. Moldoveanu. A fuzzy logic based method for edge detection // Bulletin of the Transilvania University of Braşov. (Series I: Engineering Sciences). – 2011. – Volume 4 (53). – No. 1 – p.159–164.

Низамутдинов В.Н.

Нақты емес логика қағидаттарына негізделген контурын анықтау ImageJ плагинды дамыту

Түйіндеме. Бұл мақалада ImageJ-ге Java тілінде плагинды дамыту көрсетілген. Бұл плагин сандық бейнелердың контурын анықтау қолданылады. Плагинның жұмыс қағидасы Сулиман және басқалар нақты емес контурын анықтау алгоритмға негізделген.

Түйін сөздер: нақты емес логика, контурын анықтау, imagej, бейнелерді өңдеу, компьютерлік көру.

Низамутдинов В.Н.

Разработка плагина определения контуров для ImageJ, базирующегося на принципах нечёткой логики

Резюме. Описывается разработка плагина для ImageJ на языке Java. Данный плагин выполняет задачу определения контуров цифрового изображения. Принцип работы плагина основан на алгоритме нечёткого определения контуров Сулимана и др.

Ключевые слова: нечёткая логика, определение контуров, imagej, обработка изображений, компьютерное зрение.

УДК 330.18

М.А. Муканов, А.М. Пірманова, Ж.Т. Бәкір
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, akerke.95@bk.ru)

ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ДЕЙСТВИЯМ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Аннотация. Разработана логистическая система обучения специалистов действиям в ЧС в организациях образования на основе проведения командно-штабных учений.

Ключевые слова. Логистика, система обучение, чрезвычайные ситуаций.

Многие ученые и специалисты Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД РК связывают возрастание количества и масштабов ЧС с недостатками подготовки специалистов и низким уровнем профессиональной подготовки студентов в высших учебных заведениях.

Причиной этого является формальное отношение ответственных лиц к процессу обучения населения, отсутствие психологически мотивированного интереса к обучению у самого населения, а также отсутствие эффективной системы подготовки к катастрофам и мероприятий по ликвидации их последствий. Кроме того, сказывается применение одних и тех же методических подходов к различным категориям обучающихся и разрозненность усилий организации образования, местных органов, общественных организация и других структур.

Анализ системы подготовки руководящего состава, формирований ГЗ и обучения населения по действиям в чрезвычайных ситуациях показывает, что действующая система устарела. В «Концепции предупреждения и ликвидации ЧС природного и техногенного характера и совершенствования государственной системы управления в этой области на 2000 – 2015 годы» указывается на недостатки

в обучении населения в области гражданской защиты. Система образования утратила положительный опыт СССР. А бездумное выполнение положений гражданской защиты вызывает в обществе так называемое «донорскую усталость» (например, студенты за четыре года обучения должны участвовать в 16-ти сейсмотренировках).

Основным недостатком действующей системы обучения является подготовка в основном руководящего состава предприятии и организации. А анализ произошедших техногенных аварий показывает, что, в основном, виновниками аварии и чрезвычайной ситуаций являются рабочие и руководители младшего звена. Они же имеют возможность принять меры по предотвращению аварии, а в случае их возникновения смягчить их последствия. По данным специалистов организации по чрезвычайным ситуациям по вине обслуживающего персонала происходит: 60% - авиакатастроф, 80% - гидротехнических сооружений, 90% - автокатастроф, 45-62% - промышленных аварий и до 85% в строительстве, 95% - пожаров.

Очевидно, что для обеспечения соответствия условий безопасности масштабам перемен происходящих в мире, необходимо стратегическая линия, направленная в конечном итоге на выживание человечества. В качестве методологической основы этой стратегии предложена концепция безопасности жизнедеятельности. Однако, несмотря на то, что основные механизмы обеспечения безопасности жизнедеятельности в основном разработаны, практические меры, зачастую не достигают цели. Поэтому необходим пересмотр всей системы воспитания человека в области безопасного поведения в разных условиях его существования. Для того чтобы студент активно проводил мероприятия по обеспечению безопасности, необходимо не навязывать ему «нужные мероприятия», а создать для него условия, при которых он сам бы ощущал потребность в такой деятельности, осуществление которой было бы связано с достижением безопасных условии, как для него, так и в будущем подчиненных ему людей.

На основе анализа «жизненного цикла» обучения безопасного поведения сделан вывод о высокой эффективности качества подготовки специалистов действиям в чрезвычайных ситуациях в организациях образования при применении методов логистики чрезвычайных ситуаций [1]. Возрастание опасности и существенные изменения систем гражданской защиты и среды их функционирования обуславливают необходимость поиска новых принципов и методов их совершенствования на основе логистики чрезвычайных ситуаций, методологический аппарат, которой позволяет анализировать, моделировать и оптимизировать конкретные информационные процессы, оценивать их эффективность. Для решения этих специфических и научных проблем поставлены задачи исследовании.

Исходя из задач системы образования по внедрению и эффективному использованию новых технологии обучения, в том числе информационно - коммуникационных, способствующих быстрой адаптации профессионального образования к изменяющим потребностям общества и рынка труда, на основании работ по логистике чрезвычайных ситуаций Муканова А.К. [2], Шарипханова С.Д. [3,4] и Жакан М.А. [5] была разработана логистическая система обучения действиям в чрезвычайных ситуациях (рисунок 1).

В работе рассмотрена специфика логистического подхода к управлению информационными потоками в организациях образования. Анализ показывает, что при традиционной системе управления в высших учебных заведениях, объектами управления являются отдельные его подразделения. Управление каждым из этих подразделений осуществляется обособленно. При этом отсутствует сквозной информационный поток, задача управлением которым не ставится и не решается. Показатели суммарного информационного потока к защите дипломного проекта складывается случайно и определяет объем знаний.

При логистическом подходе объектом управления выступает сквозной информационный поток. При этом обособленность кафедр и дисциплин – звеньев информационной руководящей цели в значительной степени преодолевается с целью согласованного управления сквозным информационным потоком. Требованная информация начинает поступать в нужное время, в необходимом количестве, необходимого качества. Контроль этой информации осуществляется органами по чрезвычайных ситуаций при проведении практических и теоретических испытаний на учениях. К защите дипломного проекта сквозной информационный поток имеет заранее проектируемые показатели и определяет дифференцированный объем знаний и навыки противодействию ЧС.

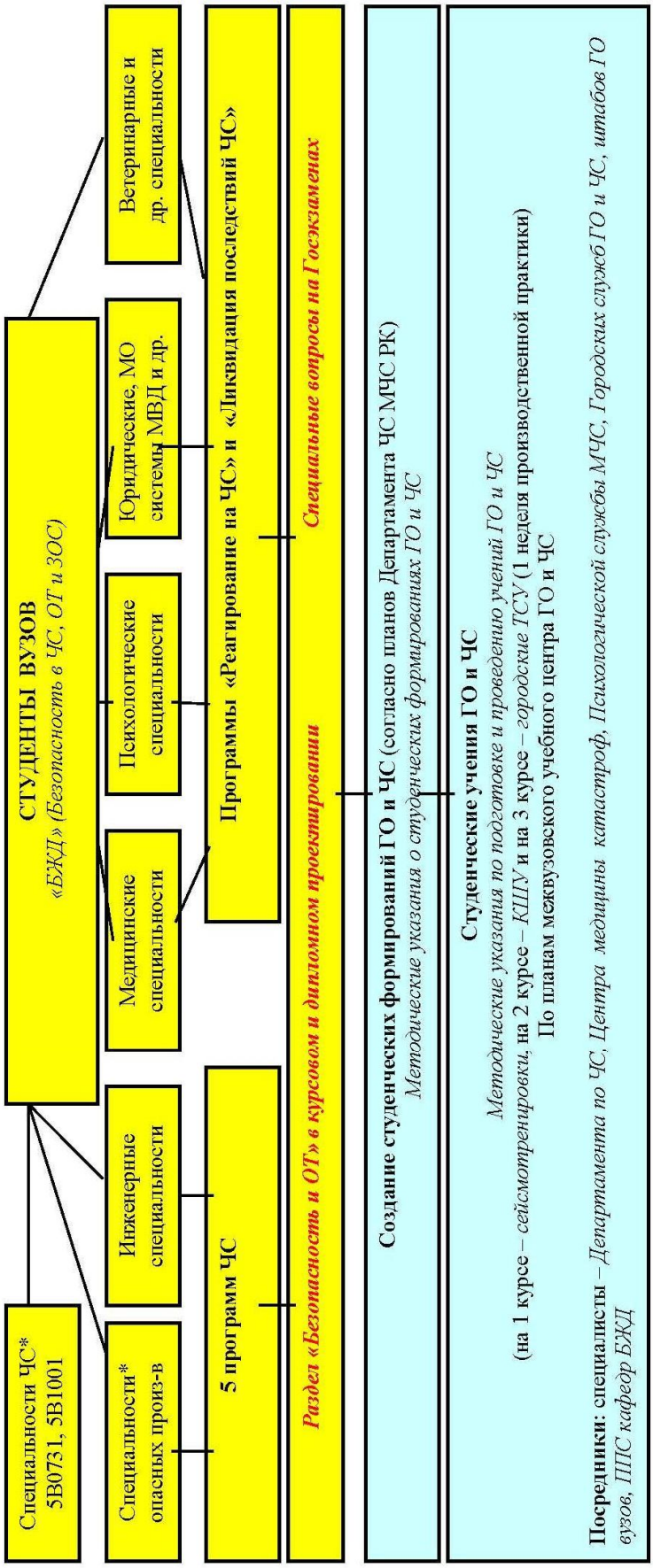


Рис. 1. Логистическая система обучения студентов действиям в ЧС

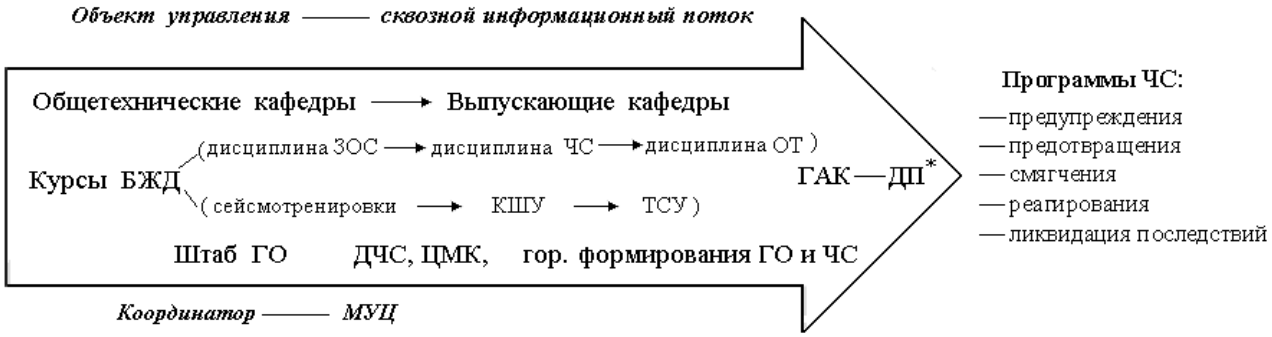


Рис. 2. Логистический подход к управлению информационными потоками

Разработаны логистические аспекты обучения действиям в ЧС.

Рассмотрение основных форм интеграции в системе обучения на основе виртуального предприятия, позволил обосновать интегральную систему обучения приданием одному из предприятий, участвующих в интеграции, функции головного предприятия, выполняющего роль организатора, поэтому создан межвузовский научно-учебный центр «Безопасность в ЧС» при КазНТУ имени К. И. Сатпаева.

Проведенные эксперименты показали, что студенты прошедшие обучение согласно логистического подхода и участвующие в подготовке и проведения командно-штабных учений показали профессиональную подготовленность на 48,7%, а эмоциональную устойчивость на 51,5% выше чем студенты без обучения. Это подтверждает лозунг логистичекого подхода обучения специалистов действиям в чрезвычайных ситуациях «Мать учения – применение», в отличии от традиционной технологии обучения, озунга «мать учения – повторение»[6].

На основании экспериментальных исследований, логистического анализа систем и моделирования процессов обучения была дополнена логистическая система обучения студентов действиям в чрезвычайной ситуаций позволившая создать логистическую технологию.

Исследования подтвердили вывод органов чрезвычайной ситуаций о снижении качества подготовки специалистов в организациях образования в области обучения действиям в ЧС и зависимости качества обучения на количество и масштабы ЧС.

В результате проведенных исследований установлена целесообразность применения принципов и методов логистики чрезвычайных ситуаций для организации обучения специалистов действиям в чрезвычайных ситуаций и при аварийно-спасательных работах в зоне чрезвычайной ситуаций.

3 Исследования показали, что логистика чрезвычайных ситуаций как новая методология оптимизации и организации учебного процесса, позволяет повысить качество подготовки специалистов, сократить время на обучение действиям в чрезвычайных ситуациях, снизить затраты, а студентам – быть современными, максимально соответствовать запросам рынка. Учебный процесс достигает большей стабильности, предсказуемости и технологичности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гаджинский А.М. Логистика. 9-е изд. – М.: ИВЦ «Маркетинг», 2004.

[2] Муканов А.К. Разработка логистики предупреждения и ликвидации в чрезвычайных ситуациях // Новости науки Казахстана. 2008. - №1 –С.146-150.

[3] Шарипханов С.Д. Вариант автоматизированной информационно-управляющей системы ЧС // Труды 8-й международной НПК «Новое в безопасности жизнедеятельности». –Алматы: КазНТУ им. К. Сатпаева, 2006. -Ч.1. –С.643-645.

[4] Шарипханов С.Д. Классификация функциональных задач системы предупреждения и ликвидации ЧС // Труды 8-й международной НПК «Новое в безопасности жизнедеятельности». –Алматы: КазНТУ им. К. Сатпаева, 2006. -Ч.1. –С.645-647.

[5] Жакан М.А. Логистический подход к оказанию экстренной психологической помощи при спасательных и других неотложных работах в зоне чрезвычайных ситуации. / Вестник КазНТУ. – Алматы: КазНТУ, 2009. №3.– С.73-79.

[6] Муканов А.К., Шарипханов С.Д. Логистическая информационная система решения задач обработки и передачи информации при авариях на химически опасных объектах с использованием системного подхода // Вестник Каз ГАСА. – 2007. - №3-4 (25-26). –С.189-193.

REFERENCES

[1] Gadzhinskiy A.M. Logistika. 9-e izd.- M.: IVTS “Marketing”, 2004

[2] Mukanov A.K. Razrabotka logistiki preduprezhdeniya i likvidatsii v chrezvychainykh situatsiyakh // Novosti nauki Kazakhstana. 2008.-№1- S. 146-150

[3] Sharipkhanov S.D. Variant avtomatizirovannoi informatsionno- upravlyayushchei sistemy CHS // Trudy 8-y mezhdunarodnoi NPK “Novoe v bezopasnosti zhiznedeyatel’nosti”.- Almaty: KazNTU im. K. Satpaeva, 2006.-CH.1.- S. 643-645.

[4] Sharipkhanov S.D. Klassifikatsiya funktsional’nykh zadach sistemy preduprezhden// Trudy 8-y mezhdunarodnoi NPK “Novoe v bezopasnosti zhiznedeyatel’nosti”.- Almaty: KazNTU im. K. Satpaeva, 2006.-CH.1.- S. 643-645.

[5] Zhakan M.A. Logisticheskiy podkhod k okazaniu ekhstrennoi psikhologicheskoi pomoshchi pri spasatel’nykh i drugikh neotlozhnykh rabotakh v zone chrezvichainykh situatsii. Vestnik KazNTU.- Almaty: KazNTU, 2009. №3.-S.73-79.

[6] Mukanov A.K., Sharipkhanov S.D. Logisticheskaya informatsionnaya sistema resheniya zadach obrabotki i peredachi informatsii pri avariakh na khimicheski opasnykh ob’ektakh c ispol’zovaniem sistemnogo podkhoda // Vestnik KazGASA.-2007.-№3-4(25-26).-S. 189-193.

Муканов М.А., Пірманова А.М., Бәкір Ж.Т.

Төтенше жағдайлар кезіндегі іс-әрекетті оқытудың логистикалық жүйесі

Түйіндеме. Командалық-штабтық оқытуларды өткізу мен өңдеудің негізінде білім беру ұйымдарында мамандарды ТЖ-лардағы әрекеттерге оқытудың логистикалық жүйесі жасалды.

Түйін сөздер. Логистика, оқыту жүйесі, төтенше жағдайлар.

Mukanov M.A., Pirmanova A.M., Bakir Z.T

The logistic departmental to the actions teaching is in emergencies

Summary:. It was elaborate by the logistic system of training of experts in actions in an emergency, exactly in the organizations of education which based on the developing and carrying out command and staff doctrines.

Key words. Logistik, education system, emergency action.

УДК 658.5.011:65.011.56

К. К. Еренчинов[1], Г. Д. Базил[2], Т.Ф. Омаров[2]

([1]Алматинский университет энергетики и связи,

[2]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,

e-mail: bazil_g@bk.ru)

СИСТЕМА СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В СТРУКТУРНО-МАТРИЧНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ[1]

Аннотация. Описана система сбалансированных показателей как система адаптивного управления, построенная на основе стратегической карты теплоснабжающего предприятия. Построена векторно-матричная модель адаптивной системы. Получена передаточная функция для элементов адаптивной системы.

Ключевые слова: ССП, адаптивное управление, векторно-матричные модели, организационная система, теплоснабжение

Введение. Система сбалансированных показателей (ССП) является инструментом стратегического целевого управления экономико-социальными системами. В целях получения показателей оценки эффективности и результативности экономико-социальных систем необходимо выработать методику формализации стратегических целей и задач социально-экономического развития. В настоящее время имеются различные методики формализации экономико-социальных систем. В [1] современные экономико-социальные системы описываются как системы с большим количеством элементов и связей между ними, высокой степенью динамичности, наличием нефункциональных связей между элементами, воздействием различных по своему характеру помех. Процессы, проистекающие в этих системах, плохо формализуемы. Поэтому задача синтеза

[1] *Данная работа выполняется по грантовому финансированию научных исследований 3927/ГФ4*

оптимального управления решается в два этапа: строится программная (“планирование”) траектория и определяется управляющее воздействие (“регулирование”), реализующее программу.

Описание динамических свойств экономико-социальных систем в формализованном виде практически невозможно, так как трудно указать функциональную взаимосвязь между состоянием и управлением. То есть невозможно определить параметры системы управления по параметрам объекта управления и, следовательно, нет возможности построить алгоритм адаптера. Это вызвано многими причинами. Одна из них – сложность процессов, проистекающих в экономико-социальных системах. В результате, не создавая модели системы управления в целом, строят модели планирования и регулирования. Связи управляющего органа и управляемого процесса отражают в них путем учета параметров, описывающих объект как таковой. Последние выступают в качестве параметров моделей задач планирования и регулирования. Именно по этим моделям исследуется характер влияния на план или регулирующее управление по изменению параметров.

К другим причинам сложности формализации относится действие субъективных факторов, обусловленных участием человека в процессах экономико-социальных систем, который принимает решения в ходе выполнения работы. Многие факторы, характеризующие функционирование экономико-социальной системы, трудноизмеримы, а между некоторыми существуют качественные отношения [2].

Существенное отличие экономико-социальных систем от технических обусловлено качественным различием типов их параметров. Параметры в технических системах имеют, как правило, строго определенные физические размерности. Формализация при этом происходит с помощью применения строго определенных физических законов и математических выражений. Для экономико-социальных систем проведение формализации подобным образом трудно реализуемо вследствие возникающих трудностей точного описания элементов, их параметров и взаимосвязей между элементами.

Таким образом, управление процессами в социально-экономических системах связано с необходимостью принятия решений в условиях неопределенности и вероятностной природы параметров процессов.

Трудности формализации экономико-социальных систем обосновывают необходимость применения в системах указанного типа адаптивного механизма управления, подразумевающего необходимость изменения структуры и параметров модели описания процесса, проистекающего в экономико-социальных системах, в соответствии с изменением характеристик самого процесса. В [3] дается описание адаптивной модели организационными изменениями, где управление организационными изменениями рассматривается как многомерный стохастический процесс с обратными связями по результатам преобразований.

В данной работе объектом исследования является ССП теплоснабжающего предприятия, предметом исследования – процессы управления организационными изменениями относительно распределения ресурсов (материальных и трудовых) и достижения цели с оптимальными показателями. Стоит отметить, что ССП выступает как объект управления, а задача распределения ресурсов как задача регулирования, задачи же интерактивного планирования как измеритель соответствия между плановыми и фактическими значениями. В целом вся система представляется как адаптивная система управления организационными изменениями.

ССП как адаптивная система управления

ССП дает возможность представления набора показателей производства в иерархическую систему сбалансированных показателей, объединяя их в единую систему, которая состоит из четырех функциональных областей управления предприятием это финансы, клиенты (потребители), бизнес-процессы, персонал (развитие и инновации). В [4] ССП представляется как адаптивная система управления, учитывающая динамику процесса устранения рассогласований между запланированными данными и получаемыми результатами.

Процесс адаптации организационной структуры к стратегическим целям изменяющимися в соответствии с условиями внешней среды представляется следующей обобщенной схемой:

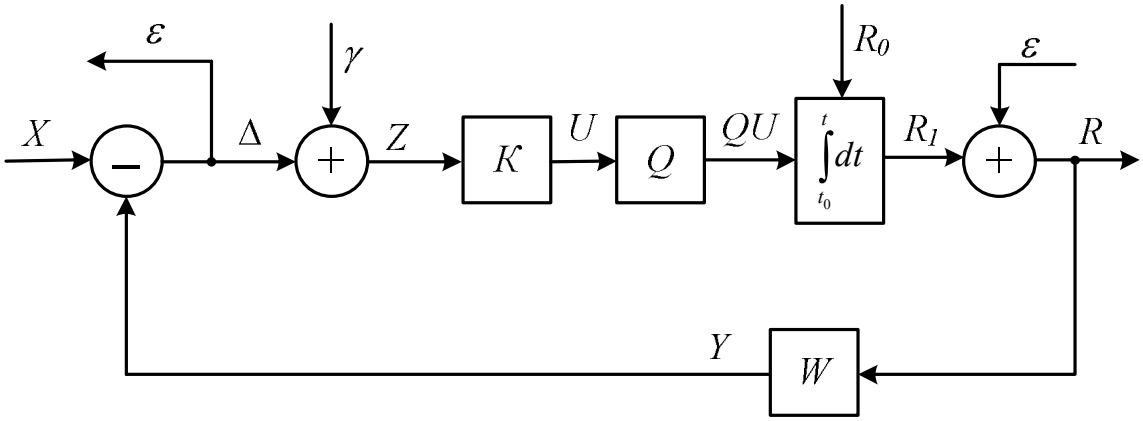


Рис.1. Структурная схема адаптации.

На схеме приняты следующие обозначения:

X – плановые показатели, в случае изменения которых организация требует немедленной реакции (здесь важно отметить, что изменения плановых показателей в основном зависят от изменения внешней среды);

γ – возможная информационная неопределенность;

Z – наблюдения показателей X с учетом возможной информационной неопределенности;

ε – результаты адаптивных преобразований с учетом интерактивного планирования;

R – результаты адаптивных преобразований внутренней среды организации для достижения стратегической цели, $R_0 = R(t_0)$;

Y – наблюдения результатов адаптивных преобразований внутренней среды организации;

Δ – отклонения состояния организации от требований, диктуемых ССП;

U – управленческое решение, требующее осуществления адекватных преобразований во внутренней среде организации;

K – матрица ресурсов;

Q – матрица структуры;

W – матрица интерактивного планирования.

Подобная модель адаптации предложена П.А. Михненко, где главной целью его работы является адаптация хозяйственной деятельности к изменениям внешней среды [3].

Предложенная модель в виде следящей системы адекватно описывает процессы преобразований внутренней среды организации в режиме постоянной адаптации к изменениям плановых показателей, диктуемым изменениями внешней среды. В рамках процесса управления происходит реакция системы, проявляющаяся в изменении информационных параметров структуры системы, ресурсном обеспечении и соответственно изменении целевых индикаторов.

Адаптивная модель ССП теплоснабжающего комплекса выполняется на основе стратегической карты [4], которая представляет собой четырехуровневую систему целей и показателей, где цели нижестоящего уровня являются показателями целей вышестоящего уровня.

Адаптивная модель построена в многомерном случае, т.е. n-входов и m-выходов. Количество входов зависит от количества показателей, непосредственно влияющих на достижение поставленной цели стратегической карты, количество же выходов зависит от того какие перспективы стратегической карты будут задействованы в достижении поставленной цели.

На рисунке 2 представлена раскрытая схема уровня Финансы стратегической карты теплоснабжающего предприятия.

Адаптивная модель построена в многомерном случае, т.е. n-входов и m-выходов. Количество входов зависит от количества показателей, непосредственно влияющих на достижение поставленной цели стратегической карты, количество же выходов зависит от того какие перспективы стратегической карты будут задействованы в достижении поставленной цели.

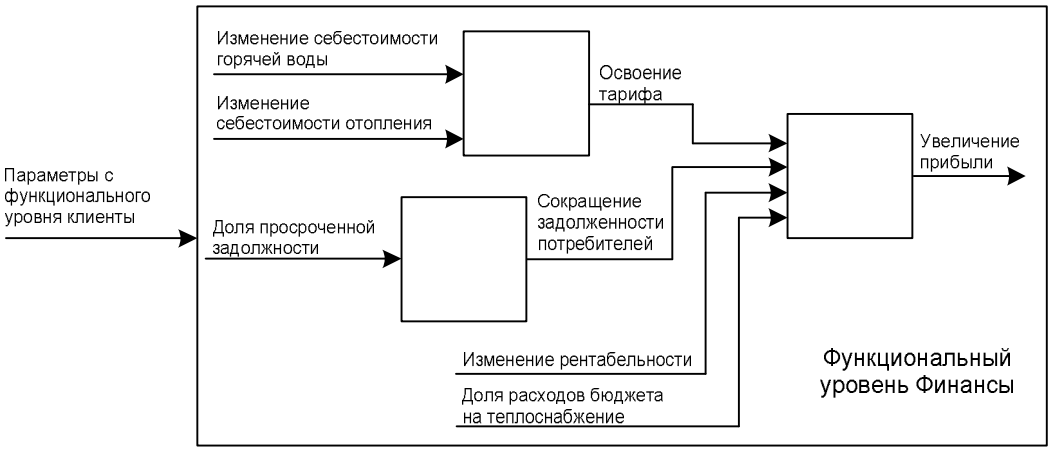
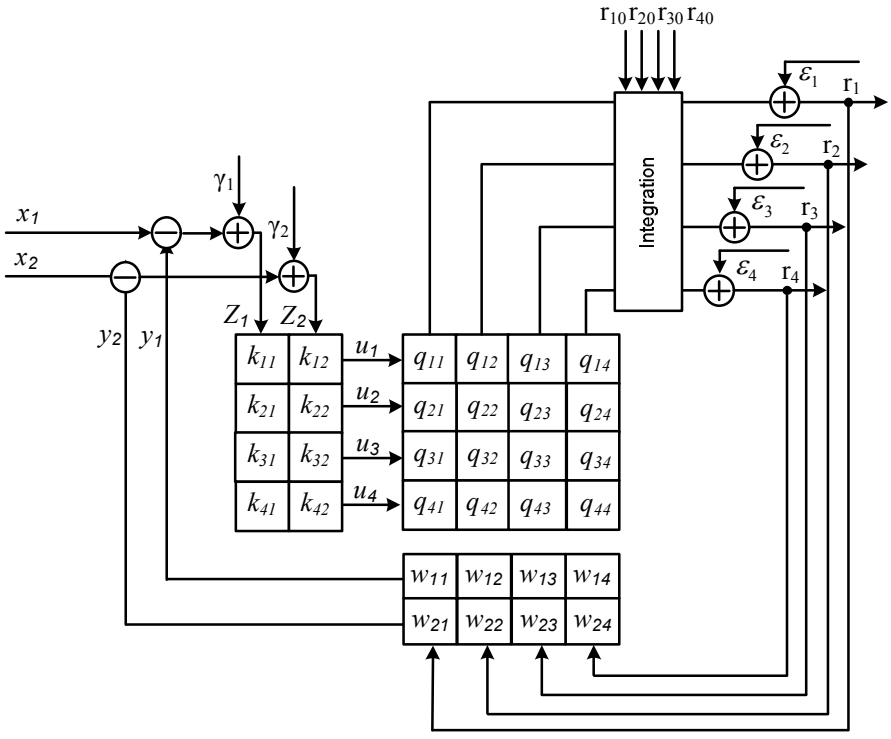


Рис.2. Уровень Финансы стратегической карты теплоснабжающего предприятия

Построив адаптивную модель с целью увеличения прибыли, приходим к выводу о необходимости использования обратной связи, учитывающей выходное значение верхнего уровня в нижних ступенях иерархической структуры стратегической карты. Обратная связь в предложенной схеме характеризует рассогласование текущего значения от планового, которую обозначим через ε.

Для наглядности приведем адаптивную систему управления освоением тарифа с учетом показателей увеличения прибыли (рисунок 3), где учитываются преобразования вышестоящей цели.



ε_1– ε_4 – информация об освоении тарифа с учетом интерактивного планирования увеличение прибыли

r_1 – результаты адаптивных преобразований освоение тарифа относительно финансов

r_2 – результаты адаптивных преобразований освоение тарифа относительно клиентов

r_3 – результаты адаптивных преобразований освоение тарифаотносительно бизнес-процессов

r_4 – результаты адаптивных преобразований освоение тарифа относительно персонала

x_1 – изменение себестоимости горячей воды

x_2 – изменение себестоимости отопления

Рис.3. Адаптивная система управления освоением тарифа с учетом показателей увеличения прибыли

Все цели стратегической карты построены по аналогичной схеме адаптации. Процесс адаптации начинается с верхнего уровня, постепенно переходя на нижние. Вследствие чего можно сказать, что любой отклик на внешние возмущения позволяет решить задачу по всем уровням управления за счет применения обратной связи.

Матрица согласования W задает степень соответствия текущих значений показателей организации желаемым, т.е. она указывает на степень удовлетворенности менеджмента осуществляемыми преобразованиями и представляет собой описание системы интерактивного планирования. Таким образом, матрица согласования задает систему целей адаптации, устанавливая соотношения и требуемый количественный уровень преобразований.

Матрица $W = (w_{ij})_{nm}$ может рассматриваться в качестве матрицы ресурсного обеспечения процесса организационного развития.

$$W(t) = (w_{ji}(t))_{mn} = \begin{pmatrix} w_{11}(t) \cdots w_{1n}(t) \\ \vdots \quad \ddots \quad \vdots \\ w_{m1}(t) \cdots w_{mn}(t) \end{pmatrix}$$

Матрица K размерности $m \times n$ является *матрицей ресурсов*, выделяемых на осуществление преобразований каждого фактора внутренней среды организации. Ресурсы могут быть материальными, финансовыми, человеческими, информационными и т. д. Размерность матрицы указывает на то, что в общем случае адаптация организации к каждому из желаемых показателей требует выделения ресурсов в каждую из m ее перспектив. Каждая строка матрицы ресурсов указывает, какая часть ресурсов выделяется структурному элементу относительно перспектив организации для решения задачи адаптации к каждому из показателей. Каждый столбец этой матрицы определяет распределение ресурсов между подразделениями для решения задачи адаптации к одному из показателей.

Модель управления изменениями предполагает, что матрица $K = (k_{ji})_{mn}$ содержательно представляет собой систему административного распределения задач и ресурсов между подразделениями, участвующими в осуществлении изменений, где k_{ji} – требуемая интенсивность решения i-й задачи j-м подразделением, зависящая от целей, административных решений, а также ресурсной и методологической обеспеченности процесса организационных изменений.

В модели с непрерывным временем эта матрица будет иметь вид

$$K(t) = (k_{ji}(t))_{mn} = \begin{pmatrix} k_{11}(t) \cdots k_{1n}(t) \\ \vdots \quad \ddots \quad \vdots \\ k_{m1}(t) \cdots k_{mn}(t) \end{pmatrix}$$

где $t = [t_0; t_з]$ – текущее время;

t_0 – момент начала изменений,

$t_з$ – момент завершения изменений.

В модели с дискретным временем $K[l] = (k_{ji}[l])_{mn}$ где $l = \overline{1, L}$ – номер этапа организационных изменений.

Матрица Q представляет собой взаимодействие перспектив ССП, определяющая влияние показателей на систему целей и распределение ресурсов. Здесь большое значение имеет сила взаимодействия и характер связей перспектив.

Размерность матрицы в данном случае будет неизменной 4х4, степень же взаимодействия перспектив, в зависимости от рассматриваемой цели, может оцениваться условными единицами в диапазоне от 0 (полное отсутствие взаимодействия) до 1 (максимально возможное взаимодействие).

Данную матрицу так же можно представить в виде матрицы интеграции подразделений

$$Q(t) = (q_{jj}(t))_{44} = \begin{pmatrix} q_{11}(t)\, q_{12}(t)\, q_{13}(t)\, q_{14}(t) \\ q_{21}(t)\, q_{22}(t)\, q_{23}(t)\, q_{24}(t) \\ q_{31}(t)\, q_{32}(t)\, q_{33}(t)\, q_{34}(t) \\ q_{41}(t)\, q_{42}(t)\, q_{43}(t)\, q_{44}(t) \end{pmatrix}$$

где, например, $q_{j1}(t)$ – степень взаимодействия j-го и 1-го подразделений, инициируемая j-тым подразделением в интересах решения закрепленных за ним задач развития; s_{1j} (t) – оперативная интеграция 1-го и j-го подразделений, инициируемая 1-м подразделением в интересах решения закрепленных за ним задач развития [5, 6].

Таблица. **Матрица взаимодействия перспектив**

m	m			
	Финансы	Клиенты	Внутренние бизнес процессы	Обучение и развитие
Финансы	1	0-1	0-1	0-1
Клиенты	0-1	1	0-1	0-1
Внутренние бизнес процессы	0-1	0-1	1	0-1
Обучение и развитие	0-1	0-1	0-1	1

Описание адаптивной системы в структурно-матричных уравнениях

Математическая модель управления организационными изменениями строится на основе векторно-матричных моделей. Для этого адаптационную схему на рисунке 1 приведем в виде структурно-матричной схемы:

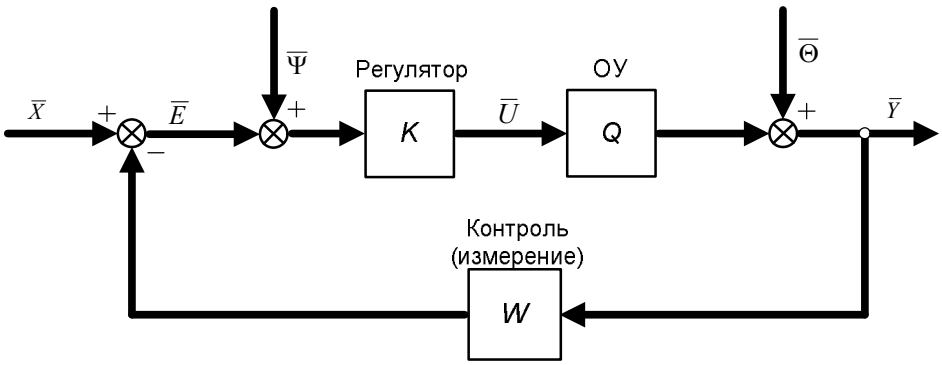


Рис.4. Структурно-матричная схема адаптационной системы

$$\overline{X}_{\phi} = \begin{bmatrix} X_{\phi 1} \\ X_{\phi 2} \\ X_{\phi 3} \\ X_{\phi 4} \\ X_{\phi 5} \end{bmatrix}, \quad \overline{E}_{\phi} = \begin{bmatrix} E_{\phi 1} \\ E_{\phi 2} \\ E_{\phi 3} \\ E_{\phi 4} \\ E_{\phi 5} \end{bmatrix}, \quad \overline{\Psi}_{\phi} = \begin{bmatrix} \Psi_{\phi 1} \\ \Psi_{\phi 2} \\ \Psi_{\phi 3} \\ \Psi_{\phi 4} \\ \Psi_{\phi 5} \end{bmatrix}, \quad \overline{U}_{\phi} = \begin{bmatrix} U_{\phi} \\ U_{к} \\ U_{б} \\ U_{п} \end{bmatrix}, \quad \overline{\Theta}_{\phi} = \begin{bmatrix} \Theta_{\phi} \\ \Theta_{к} \\ \Theta_{б} \\ \Theta_{п} \end{bmatrix}, \quad \overline{Y}_{\phi} = \begin{bmatrix} Y_{\phi} \\ Y_{к} \\ Y_{б} \\ Y_{п} \end{bmatrix}$$

где $\overline{X}_{\phi}$ – вектор входных переменных, $X_{\phi 1}$ – изменение себестоимости горячей воды; $X_{\phi 2}$ – изменение себестоимости отопления; $X_{\phi 3}$ – изменение рентабельности; $X_{\phi 4}$ – доля расхода бюджета на теплоснабжение; $X_{\phi 5}$ – доля просроченной задолженности; $\overline{E}_{\phi}$ – вектор результата

мониторинга, т.е. рассогласование между плановыми и фактическими значениями; $\overline{\Psi}_{ф}$ - информационная неопределенность соответствующих входных компонентов; $\overline{U}_{ф}$ – вектор управления; $U_{ф}$ – финансовое управление; $U_{к}$ – управление клиентской базой (потребителей); $U_{б}$ – управление бизнес-процессами; $U_{п}$ – управление персоналом; $\overline{\Theta}_{ф}$ – вектор адаптивных преобразований предыдущей цели согласно вышестоящей цели; $\overline{Y}_{ф}$ – вектор выходных переменных; $Y_{ф}$, $Y_{к}$, $Y_{б}$, $Y_{п}$ – выходные действия по увеличению прибыли относительно финансов, клиентов, бизнес-процессов и персонала соответственно.

K, Q, W – матрицы передаточных функций, где передаточные функции матриц *K* и *W* по сути являются безынерционными звеньями и представляются как $K(s)=k_{ij}, W(s)=w_{ij}\ k,w=const,k,w>0$, а передаточные функции матрицы Q по сути являются интегрирующими звеньями и описываются следующим образом $Q(s)=\frac{1}{qs}, q=const, q>0$.

$$K(s)=(K_{ji}(s))_{mn}=\begin{pmatrix} K_{11}(s)\,K_{12}(s)\cdots K_{1n}(s) \\ K_{21}(s)\,K_{22}(s)\cdots K_{2n}(s) \\ \cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots \\ K_{m1}(s)\,K_{m2}(s)\cdots K_{mn}(s) \end{pmatrix}$$

$$Q(s)=(Q_{ji}(s))_{mn}=\begin{pmatrix} Q_{11}(s)\,Q_{12}(s)\cdots Q_{1n}(s) \\ Q_{21}(s)\,Q_{22}(s)\cdots Q_{2n}(s) \\ \cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots \\ Q_{m1}(s)\,Q_{m2}(s)\cdots Q_{mn}(s) \end{pmatrix}$$

$$W(s)=(W_{ji}(s))_{mn}=\begin{pmatrix} W_{11}(s)\,W_{12}(s)\cdots W_{1n}(s) \\ W_{21}(s)\,W_{22}(s)\cdots W_{2n}(s) \\ \cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots \\ W_{m1}(s)\,W_{m2}(s)\cdots W_{mn}(s) \end{pmatrix}$$

Далее в соответствии со схемой можно записать систему матричных уравнений:

$$\begin{cases} \vec{E}(s)=\vec{X}(s)-W(s)\vec{Y}(s) \\ \vec{U}(s)=K(s)(\vec{E}(s)+\vec{\Psi}(s)) \\ \vec{Y}(s)=Q(s)\vec{U}(s)+\vec{\Theta}(s) \end{cases}$$

Определим $Q_{экв}(s)$, удовлетворяющую следующему матричному операторному уравнению

$$\vec{Y}(s)=Q_{экв}(s)\vec{X}(s).$$

Для определения $Q_{экв}(s)$ воспользуемся преобразованием матричных операторных уравнений, которые могут быть записаны по матричной структурной схеме, при этом полагаем в соответствии с принципом суперпозиции, что сигналы возмущения отсутствует ($\vec{\Theta}(s)=0$, $\vec{\Psi}(s)=0$).

$$\vec{Y}(s)=Q(s)\vec{U}(s) \quad (1)$$

$$\vec{U}(s)=K(s)\vec{E}(s) \quad (2)$$

$$\vec{E}(s)=\vec{X}(s)-W(s)\vec{Y}(s) \quad (3)$$

Подставим $\vec{U}(s)$ из (2) в (1)

$$\vec{Y}(s)=Q(s)K(s)\vec{E}(s) \quad (4)$$

Подставим $\vec{E}(s)$ из (3) в (4)

$$\vec{Y}(s) = Q(s)K(s)(\vec{X}(s) - W(s)\vec{Y}(s)) \quad (5)$$

Раскроем скобки в правой части (5)

$$\vec{Y}(s) = Q(s)K(s)\vec{X}(s) - Q(s)K(s)W(s)\vec{Y}(s) \quad (6)$$

Перенесем слагаемое с $\vec{Y}(s)$ из правой части выражения (6) в левую часть

$$\vec{Y}(s) + Q(s)K(s)W(s)\vec{Y}(s) = Q(s)K(s)\vec{X}(s) \quad (7)$$

Вынесем $\vec{Y}(s)$ за скобку вправо

$$\vec{Y}(s)(I + Q(s)K(s)W(s)) = Q(s)K(s)\vec{X}(s) \quad (8)$$

где I - единичная матрица n -го порядка.

Если

$$\det(I + Q(s)K(s)W(s)) \neq 0,$$

тогда матрица

$$(I + Q(s)K(s)W(s)),$$

является невырожденной и от нее может быть получена обратная матрица –

$$(I + Q(s)K(s)W(s))^{-1} \quad (9)$$

Умножим левую и правую части уравнения (8) справа на обратную матрицу (9), после несложных преобразований получаем –

$$\vec{Y}(s)(I + Q(s)K(s)W(s))^{-1}(I + Q(s)K(s)W(s)) = (I + Q(s)K(s)W(s))^{-1}Q(s)K(s)\vec{X}(s)$$

$$I\vec{Y}(s) = (I + Q(s)K(s)W(s))^{-1}Q(s)K(s)\vec{X}(s)$$

$$\vec{Y}(s) = (I + Q(s)K(s)W(s))^{-1}Q(s)K(s)\vec{X}(s)$$

Тогда получаем окончательно –

$$\vec{Y}(s) = (I + Q(s)K(s)W(s))^{-1}Q(s)K(s)\vec{X}(s) = Q_{экв}(s)\vec{X}(s).$$

Следовательно

$$Q_{экв}(s) = (I + Q(s)K(s)W(s))^{-1}Q(s)K(s) \quad (10)$$

По выражению (10), зная выражения матриц элементов системы, всегда можно определить передаточную матрицу системы в целом.

В качестве примера построим передаточную матрицу всей системы представленной на рисунке 3, передаточные матрицы которой с учетом преобразований выглядят следующим образом.

$$K(s) = \begin{pmatrix} K_{11}(s)\ K_{12}(s) \\ K_{21}(s)\ K_{22}(s) \\ K_{31}(s)\ K_{32}(s) \\ K_{41}(s)\ K_{42}(s) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_{11}\ k_{12} \\ k_{21}\ k_{22} \\ k_{31}\ k_{32} \\ k_{41}\ k_{42} \end{pmatrix}$$

$$Q(s) = \begin{pmatrix} Q_{11}(s)\,Q_{12}(s)\,Q_{13}(s)\,Q_{14}(s) \\ Q_{21}(s)\,Q_{22}(s)\,Q_{23}(s)\,Q_{24}(s) \\ Q_{31}(s)\,Q_{32}(s)\,Q_{33}(s)\,Q_{34}(s) \\ Q_{41}(s)\,Q_{42}(s)\,Q_{43}(s)\,Q_{44}(s) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{q_{11}s} & \frac{1}{q_{12}s} & \frac{1}{q_{13}s} & \frac{1}{q_{14}s} \\ \frac{1}{q_{21}s} & \frac{1}{q_{22}s} & \frac{1}{q_{23}s} & \frac{1}{q_{24}s} \\ \frac{1}{q_{31}s} & \frac{1}{q_{32}s} & \frac{1}{q_{33}s} & \frac{1}{q_{34}s} \\ \frac{1}{q_{41}s} & \frac{1}{q_{42}s} & \frac{1}{q_{43}s} & \frac{1}{q_{44}s} \end{pmatrix}$$

$$W(s)=\begin{pmatrix} W_{11}(s)\,W_{12}(s)\,W_{13}(s)\,W_{14}(s) \\ W_{21}(s)\,W_{22}(s)\,W_{23}(s)\,W_{24}(s) \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} w_{11}\ w_{12}\ w_{13}\ w_{14} \\ w_{21}\ w_{22}\ w_{23}\ w_{24} \end{pmatrix}$$

Подставим данные матрицы в (10) и получим:

$$Q_{экв}(s)=\left(\begin{pmatrix}1000\\0100\\0010\\0001\end{pmatrix}+\begin{pmatrix} \frac{1}{q_{11}s} & \frac{1}{q_{12}s} & \frac{1}{q_{13}s} & \frac{1}{q_{14}s} \\ \frac{1}{q_{21}s} & \frac{1}{q_{22}s} & \frac{1}{q_{23}s} & \frac{1}{q_{24}s} \\ \frac{1}{q_{31}s} & \frac{1}{q_{32}s} & \frac{1}{q_{33}s} & \frac{1}{q_{34}s} \\ \frac{1}{q_{41}s} & \frac{1}{q_{42}s} & \frac{1}{q_{43}s} & \frac{1}{q_{44}s} \end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix} k_{11}\ k_{12} \\ k_{21}\ k_{22} \\ k_{31}\ k_{32} \\ k_{41}\ k_{42} \end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix} w_{11}\ w_{12}\ w_{13}\ w_{14} \\ w_{21}\ w_{22}\ w_{23}\ w_{24} \end{pmatrix}\right)^{-1}+\begin{pmatrix} \frac{1}{q_{11}s} & \frac{1}{q_{12}s} & \frac{1}{q_{13}s} & \frac{1}{q_{14}s} \\ \frac{1}{q_{21}s} & \frac{1}{q_{22}s} & \frac{1}{q_{23}s} & \frac{1}{q_{24}s} \\ \frac{1}{q_{31}s} & \frac{1}{q_{32}s} & \frac{1}{q_{33}s} & \frac{1}{q_{34}s} \\ \frac{1}{q_{41}s} & \frac{1}{q_{42}s} & \frac{1}{q_{43}s} & \frac{1}{q_{44}s} \end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix} k_{11}\ k_{12} \\ k_{21}\ k_{22} \\ k_{31}\ k_{32} \\ k_{41}\ k_{42} \end{pmatrix}$$

Заключение. В последующих работах планируется получить передаточные функции для всех элементов системы и провести исследования данных функций с целью получения оптимальных коэффициентов системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скурихин В.И., Забродский В.А., Копейченко Ю.В. Проектирование систем адаптивного управления производством. – Х.: «Вища школа», 1984

2. Гранберг А.Г. Математические модели социалистической экономики. – М.: Статистика, 1978

3. Михненко П. А. Модель адаптивной организационной системы // Менеджмент в России и за рубежом – 2008 – №3 – С. 24-31.

4. Bazil G., Mukhanov B., Yerenchinov K., Abzhanova L., Wojcik W., Kotyra A. The Balanced Scorecard as an Adaptive Control System \\ PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY – 2015 – №7 – С. 97-113.

5. Михненко П. А. Интеграция и дезинтеграция как факторы адаптивных организационных изменений // Региональная экономика: теория и практика – 2011 – №2 – С. 27-32.

6. Михненко П. А. Оптимальная оперативная интеграция как фактор успешности организационных изменений // Менеджмент в России и за рубежом – 2012 – №1 – С. 43-49.

REFERENCES

1. Skurikhin V.I., Zabrodskiy V.A., Kopeiychenko Yu.V. Proektirovanie system adaptivnogo upravleniya proizvodstvom. – Kh.: “Vishcha shkola”, 1984.

2. Granberg A.G. Matematicheskie modeli cotsialisticheskoi ekonomiki. – M.: Statistika, 1978

3. Mikhnenko P. A. Model adaptivnoi organizatsionnoi sistemy // Menedzhment v Rossii i za rubezhom – 2008 – №3 – С. 24-31.

4. Bazil G., Mukhanov B., Yerenchinov K., Abzhanova L., Wojcik W., Kotyra A. The Balanced Scorecard as an Adaptive Control System \\ PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY – 2015 – №7 – S. 97-113.

5. Mikhnenko P. A. Integratsiya I dezintegratsiya kak factory adaptivnykh organizatsionnykh izmeneniy // Regionalnaya ekonomika: teoriya i praktika – 2011 – №2 – S. 27-32.

6. Mikhnenko P. A. Optimalnaya operativnaya integratsiya kak factor uspeshtosti organizatsionnykh izmeneniy // Menedzhment v Rossii i za rubezhom – 2012 – №1 – S. 43-49.

Еренчинов Қ. Қ., Бәзіл Г. Д., Омаров Т.Ф.

Балансқа келтірілген жүйесін құрылымдық матрица түрінде бейнелеу

Түйіндеме. Мақалада балансқа келтірілген көрсеткіштер жүйесі жылумен қамтамасыздандыру өндірісінің стратегиялық сұлбасы негізінде құрылған адаптивті басқару жүйесі сипатталған. Адаптивті жүйенің векторлі-матрицалы моделі құрастырылған. Адаптивті жүйенің элементтеріне беріліс функциялары алынған.

Түйін сөздер: балансқа келтірілген жүйе, адаптивті басқару, векторлі-матрицалы моделдер, ұйымдастырушылық жүйе, жылумен қамтамасыздандыру.

Yerenchinov K. K., Bazil G. D., Omarov T.F.

Balanced Scorecard in the structural-matrix representation

Summary. The paper describes the balanced scorecard as a system of adaptive control, constructed on the basis of the strategic map heat-supply plant. Built vector-matrix model of the adaptive system. Transfer functions for the elements of the adaptive system.

Key words: MSP, adaptive control, vector-matrix models, organizational system, heat supply.

УДК 539.3

Е.Т. Божанов, Г.А. Тулешева, Н.А. Бажаев , Е.М.Хайруллин
(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,
Алматы, Казахстан, E-mail: nurzhan_nfs@hotmail.com)

АНАЛИТИКО-РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОСЕВОЙ КРИТИЧЕСКОЙ СИЛЫ N-КР,ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ СЕЧЕНИИ ТИПА ГРАДИРНИ

Аннотация: В работе разработана аналитико-расчетная модель движения тяжелой нефти при добыче и транспортировке. Изучены влияния возмущения нефтяной смеси на динамику резервуара, когда форма поперечного сечения типа градирни, лежащего на основании типа Винклера, под действием неравномерного поперечного давления трапециевидной эпюры и осевого критического давления N-кр.

Ключевые слова: резервуар, газовая шапка

Постановка задачи

Пусть локальная поперечная импульсивная неравномерная нагрузка возбуждает в резервуаре возмущения в виде модели В.И. Королева [1-7], когда форма критической деформации поперечного сечения пропорциональна эпюре неравномерного поперечного давления.

Взаимно-вынужденные выпучивания механических систем определяются из моделей упруго-вязких тел при динамическом нагружении с учетом вынужденного трения из-за проблем взаимодействия резервуара с нефтяной жидкостью.

Поперечное сечение симуляционной модели резервуара представляет собой гиперболические тонкостенные градирни. При этом поверхность гиперболической градирни описывается вращением кривой $r = \frac{a}{b}\sqrt{b^2 + z^2}$,

где a, b – параметры гиперболы. Толщина слоев изменяется по законам

$h_1 = h_1(s),\ h_2 = h_2(s),\ h_3 = h_3(s),\ h = h_1 + h_2 + h_3$,

где s - длина дуги меридианы однополостного гиперболоида. Квадратичная форма в системе координат s, θ .z

$$ds^2 = \left[1 + \left(\frac{dr}{dz}\right)^2\right]dz^2 + \eta^2 d\theta^2;\ A = \sqrt{1 + \frac{a^2}{b^2}\sin^2\alpha};\ B = \frac{a}{\cos\alpha} = r;\ z = b(tg\alpha);\ \sin\alpha = \frac{z}{\sqrt{b^2 + z^2}};$$

$$\cos\alpha = \frac{b}{\sqrt{b^2 + z^2}};\quad \frac{dr}{dz} = \frac{a}{b}\sin\alpha;\quad \frac{d^2r}{dz^2} = \frac{a}{b^2}\cos^2\alpha,$$

где α – координата, определяющая параллельных круги. Тогда, давление на внутренние глинистые стенки примем $p_3 = (1 - \alpha_1)p(z)\cos k\theta;\ k = 0,1,2,3...$

Разрешающее уравнение вдоль параллели относительно функции напряжения ϕ будет:

$$r\frac{\partial^2\phi}{\partial z^2} + 2r'\frac{\partial\phi}{\partial z} - r''\frac{\partial^2\phi}{\partial\theta^2} = z,\ r' = \frac{dr}{dz},\ r'' = \frac{d^2r}{dz^2},$$

$$z = -K(1 - \alpha_1)\sin k\theta\left(1 + \frac{a^2}{b^2}\sin^2\alpha\right)\frac{a}{\cos\alpha}p(z) + \frac{a^3}{b^3}\sin\alpha\cos^2\alpha\int p(z)dz.$$

Следовательно, давление на внутренние глинистые стенки можно принять:

$p_3 = (1-\alpha)p(z)\cos k\theta;\ k = 0,1,2...\ p(z) = \gamma(\ell - s),$

где γ - плотность жидкости, ℓ - высота резервуара, s - длина дуги меридианы,

Длина резервуара почти не влияет на величину критического импульса внешней критической динамической нагрузки, которая существенным образом зависит от выбора функции

$$\varepsilon(\xi) = \frac{D}{1-\xi+\frac{\xi^2}{2}}$$

Пусть плотность жидкости в поперечном сечении симуляционной модели резервуара определяется по формуле: $\rho(\xi) = \frac{\rho_2}{2\pi\sigma} e^{-\frac{(\xi-a)^2}{2\sigma^2}};\ \sigma = 0,2;\ a = 0,75;\ \rho_2 = \rho(0,3).\ 0 < \xi < 0,3,$

здесь α - математическое ожидание, σ^2 - дисперсия, σ - среднее квадратическое отклонение на отрезке [0,1; 0,3].

Уравнение движения заполнителя резервуара возьмем в виде:

$$\frac{\partial^2}{\partial\xi^2}\left[\varepsilon(\xi)\frac{\partial^2 w}{\partial\xi^2}\right] - N^*{}_1\frac{\partial^2 w}{\partial\xi^2} + k^* w = 4/3\frac{N}{Q}\gamma^2\frac{1}{1+\lambda_k^1\gamma^2}\left(\frac{h}{R}\right)^{5/2} p(t)\sin\omega\xi$$

$$w(t) = \frac{1}{\eta}\frac{1}{\left(\frac{k}{\eta}\right)^2+\omega_n^2}\left(\frac{k}{\eta}\sin\omega_n t - \omega_n\cos\omega_n t\right) + ce^{-\frac{k}{\eta}t}.$$

$$p(t) = \eta\frac{dw}{dt} + kw \qquad N_1^* = \frac{N_1}{D}\varepsilon(\xi) \qquad k^* = \frac{K}{D}\varepsilon(\xi). \qquad (I)$$

после разделения переменных:

$$\frac{d^4 w}{d\xi^4} - 4\frac{\xi-1}{(\xi-1)^2+1}\frac{d^3 w}{d\xi^3} - 2\left(1 - \frac{4\xi(\xi-1)}{\left[(\xi-1)^2+1\right]}\right)\frac{d^2 w}{d\xi^2} - N_1\frac{d^2 w}{d\xi^2} + kw = \frac{2}{3}\frac{1}{D}\frac{N}{Q}\gamma^2 *$$

$$* \frac{1}{1+\lambda'_k\,\gamma^2}\left(\frac{h}{R}\right)^{\frac{5}{2}}\left[(\xi-1)^2+1\right]\sin\omega\xi,$$

$$ce^{-k/\eta^1} - \frac{\omega_n}{\eta}\frac{1}{\left(\frac{k}{\eta}\right)^2+\omega_n{}^2}\cos\omega t + \left[\frac{k}{\eta^2}\frac{1}{\left(\frac{k}{\eta}\right)^2+\omega_n^2} - 1\right]\sin\omega t = 0$$

Граничные и начальные условия: $w|_{\xi=0} = 0;\ \frac{dw}{d\xi}|_{\xi=0} = 0;\ \frac{d^2 w}{d\xi^2}|_{\xi=1} = 0;\ \frac{d^3 w}{d\xi^3}|_{\xi=1} = 0;$

$$w(\tau)|_{\tau=0} = 0;\ \frac{dw}{d\tau}|_{\tau=0} = 0;\ w|_{\tau=1} = 0;\ \frac{dw}{d\tau}|_{\tau=1} = 0; \qquad (1)$$

Решение: При предположении:

$$\varepsilon(\xi) = \frac{D}{1-\xi+\frac{\xi^2}{2}}, \qquad M_u = m_u - \Delta m_u, \qquad \Delta m_u = C\left[\frac{(\xi-1)^2+1}{\sqrt{\xi-1}}\right]e^{2arctg(\xi-1)-\frac{1}{4}\xi(\xi-2)}.$$

$$\frac{d^3w}{d\xi^3} = -\frac{\left[(\xi-1)^2+1\right]^2 - 4\xi(\xi-1)}{2(\xi-1)\left[(\xi-1)^2+1\right]}\frac{d^2w}{d\xi^2}, \tag{2}$$

где $m_u = D\dfrac{d^2w}{d\xi^2}$ - изгибающий момент изогнутой оси поперечного сечения резервуара в пределах теории упругости, а Δm_u - изменение изгибающего момента за пределами теории упругости.

Тогда первое уравнение системы (I_a) имеет вид:

$$D\frac{d^4w}{\partial\xi^4} - N_1\frac{\partial^2w}{\partial\xi^2}kw = 2/3\frac{N}{Q}\gamma^2\frac{1}{1+\lambda_k^1\gamma^2}\left(\frac{h}{R}\right)^{5/2}\left[(1-\xi)^2+1\right]\sin\omega\xi \tag{3}$$

при тех же корнях характеристического уравнения однородной части в трех случаях:

A) $\lambda_{1,2} = e^{\alpha}$, $\lambda_{3,4} = e^{-\lambda}$, $\alpha = \sqrt{\dfrac{N_1}{2D}}$, $k = 12D$

B) $\lambda_{1,2,3,4} = \pm\sqrt{\alpha \pm \beta}$, $\alpha = \dfrac{N_1}{2D}$, $\beta = \sqrt{N_1^2 - 4kD}/2D$ $\qquad k > 12D$;

C) $\lambda_{1,2} = \sqrt{r}\left(\cos\dfrac{\varphi}{2} \pm i\sin\dfrac{\varphi}{2}\right)$, $r = \sqrt{\alpha^2+\beta^2}$, $\lambda_{3,4} = \sqrt{r}\left(-\cos\dfrac{\varphi}{2} \pm i\sin\dfrac{\varphi}{2}\right)$, $\varphi = arctg\dfrac{\beta}{\alpha}$

$\alpha = \sqrt[4]{\dfrac{k}{D}}$, $\beta = \sqrt{\dfrac{4kD}{N_1^2} - 1}$, $k < 12D$;

Случай А: Если рассмотрим решение системы (I) при тех же граничных условиях (1) в предположении, $\dfrac{d^3w}{d\xi^3} = -\dfrac{\left[(\xi-1)^2+1\right]^2 - 4\xi(\xi-1)}{2(\xi-1)\left[(\xi-1)^2+1\right]}\dfrac{d^2w}{d\xi^2}$.

$$w(\xi) = \frac{2}{3}\frac{N}{Q}\gamma^2\frac{1}{1+\lambda_k\gamma^2}\frac{1}{K}\frac{\alpha}{2\Delta}\left\{(1+2\alpha)e^{-\alpha\xi} - \alpha\left[(1+\alpha)-(2+\alpha)(4-\alpha)\right]\xi e^{-\alpha\xi} + 2(1-\xi)\right\}. \tag{4}$$

где $\Delta = \alpha\left[4 + (4\alpha^2 - 2\alpha + 1)e^{-2\alpha}\right]$ (5)

Формулы (3) и (4) решены при следующих данных

$\alpha = \sqrt{2\sqrt{3}}$, $k = \{3;10,9;27\}$; $\eta = 3,6$; $\dfrac{N}{Q} = \{0,5;1,5;3\}$, $\gamma^2 = \{0,1;0,2;0,3;0,4;0,5\}$;

$$\lambda_k^{'} = \left\{\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, 1,1 + \frac{1}{3}\left(1 - \frac{4N}{Q}\right)\right\}, \left(\frac{h}{R}\right)^{\frac{5}{2}} = const \tag{5}$$

Случай В: Если рассмотрим решение системы (I) при тех же граничных условиях и предположениях, то

$$w(\xi) = \frac{2N}{3Q}\gamma^2\frac{1}{1+\lambda_k{'}\gamma^2}\left(\frac{h}{R}\right)^{\frac{5}{2}}\frac{1}{6\Delta}\{4\left[\left(7-4\sqrt{3}\right)(\beta - sh\beta) - \left(2-\sqrt{3}\right)ch\beta + 3\left(2-\sqrt{3}\right)\beta sh\beta\right]sh\alpha\xi - 12\left(7-4\sqrt{3}\right)$$
$$(2 - \alpha sh\beta)ch\alpha\xi - 4\left(2+\sqrt{3}\right)ch(\alpha\xi - \alpha) - 2(\alpha+\beta)sh[\alpha\xi - (\alpha-\beta)] + 12\left(3-\sqrt{3}\right)ch[\alpha\xi - (\alpha-\beta)] +$$
$$2(\alpha-\beta)sh[\alpha\xi - (\alpha+\beta)] +$$
$$+12\left(\sqrt{3-1}\right)ch[\alpha\xi - (\alpha+\beta)] + 4\left[\left(7+4\sqrt{3}\right)(\alpha - sh\alpha) - \left(2+\sqrt{3}\right)ch\alpha + 3\left(2+\sqrt{3}\right)\alpha sh\alpha\right]$$
$$sh\beta\xi - 12\left(7+4\sqrt{3}\right)$$
$$(2 - \beta sh\alpha)ch\beta\xi - 4\left(2-\sqrt{3}\right)ch(\beta\xi - \beta) - 2(\alpha+\beta)sh[\beta\xi + (\alpha-\beta)] + 12\left(3+\sqrt{3}\right)ch[\beta\xi + (\alpha-\beta)] - 2(\alpha-\beta)sh$$
$$[\beta\xi - (\alpha+\beta)] - 12\left(1+\sqrt{3}\right)ch[\beta\xi - (\alpha+\beta)]\} + \frac{4}{9}\frac{1}{K}\left((\xi-1)^2+5\right)\cdot\frac{N}{Q}\gamma^2\frac{1}{1+\lambda_2^1\gamma^2}\left(\frac{h}{R}\right)^{\frac{5}{2}}$$

Здесь $\Delta = 14 + ch(\alpha+\beta) - 3ch(\alpha-\beta)$ (7)

Формулы (6) и (7) решены при следующих данных $\alpha = 2,\ \beta = \sqrt{3},\ k = \{3;13.8;27\};\ \eta = 9{,}2;$

$\frac{N}{Q} = \{0{,}5;1{,}5;3\},\ \gamma^2 = \{0{,}1;0{,}2;0{,}3;0{,}4;0{,}5\};$

$$\lambda_k^{'} = \left\{\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, 1 + \frac{1}{3}\left(1 - \frac{4N}{Q}\right)\right\},\ \left(\frac{h}{R}\right)^{\frac{5}{2}} = const \quad (8)$$

для тонкостенных конструкций: $\xi = \{0{,}1;0{,}2;0{,}3...1\}$

Случай С. Если рассмотрим первое уравнение системы (I) при тех же граничных условиях и предположениях, то

$$w(\xi) = \left[e^{\sqrt{\alpha+\beta}\xi} - 2e^{-\sqrt{\alpha+\beta}} sh\sqrt{\alpha+\beta}\,\xi + \frac{2(\alpha+\beta)}{\alpha-\beta} e^{\sqrt{\alpha-\beta}} sh\sqrt{\alpha+\beta}\,\xi - \frac{\alpha+\beta}{\alpha-\beta} e^{\sqrt{\alpha-\beta}} + \frac{2\beta}{\alpha-\beta} \right]$$

$$\cdot \frac{2N}{3Q}\gamma^2 \frac{1}{1+\lambda_k{'}\gamma^2} \frac{R}{L}\left(\frac{h}{R}\right)^{\frac{5}{2}}$$

$$C_2 e^{\sqrt{\alpha+\beta}} + C_4 e^{\sqrt{\alpha-\beta}\xi} = \frac{4B}{(\alpha-\beta)} \frac{1}{K} \frac{2}{3} \frac{N}{Q} \gamma^2 \frac{1}{1+\lambda_k{'}\gamma^2} \frac{R}{L}\left(\frac{h}{R}\right)^{\frac{5}{2}}$$

$$w(\xi) = \frac{2q_k}{K} \frac{1}{\alpha-\beta} \frac{1}{sh\sqrt{\alpha-\beta}} \left[(\alpha-\beta) sh\sqrt{\alpha-\beta} - \xi - 2\beta sh\sqrt{\alpha-\beta}\,\xi + \left(\alpha + \beta sh\sqrt{\alpha-\beta}(1-\xi)\right) \right] +$$

$$\frac{2}{K} \frac{2\beta}{\alpha-\beta} \frac{2N}{3Q} \gamma^2 \frac{1}{1+\lambda_k{'}\gamma^2} \frac{R}{L}\left(\frac{h}{R}\right)^{\frac{5}{2}}$$

$$C_3 e^{\sqrt{\alpha+\beta}} + C_4 e^{\sqrt{\alpha-\beta}} = 0$$

Выводы:

1) Для толстых вязко-упругих приведенных слоев при большом количестве чередующих слоев нефтяного горизонта зона контакта основания типа Винклера соизмерима с толщиной симуляционной модели резервуара. Безотрывный контакт возможен только в данном случае, а не в случае когда зона контакта основания соизмерима с толщиной приведенного слоя пласта

2) При уменьшении толщины резервуара $\gamma = \frac{h\pi}{L}$ критическое давление в центре уменьшается и в некотором параметре γ происходит разница деформации в местах идеального сопряжения с основой.

3) Из-за динамического равновесия элементов механических систем «резервуар-основа» взаимно-вынужденные выпучивания при $\omega = 1$ уничтожились апериодические во времени

4) Замена перемещения границы нефтяного пласта перемещениями упругого Винклеровского основания приводит к контактной задаче «о неустойчивости поверхностного раздела многослойного пласта большой мощности, что приводит к решению интегрального уравнения Фредгольма второго рода на отрезке $0 < \xi < 1$

5) Контактные задачи для тонко-стенных вязко-упругих приведенных слоев нефтяного пласта в пространстве непрерывных функций практически не имеет решении при любой правой части функции $f(x),\ 0 < \xi < 1$. Следовательно необходимо рассмотреть систему дифференциальных уравнении в частных производных с указанием внутреннего сопротивления трения под действием динамических нагрузки во времени $t = f(k_1, k_2, \eta_1, \eta_2, \omega_n)$

6) Чем тоньше каркас резервуара, тем больше частота по временным координатам колебательного процесса $\omega_n^2 = \omega^2 m^2,\ A = \omega_n \{1 - \frac{\eta_1 - k_1 k_2}{k_1 + k_2 - \eta_1 k_2}\left[1 - \frac{k_1(k_1+k_2)}{\eta_1^2}\right]\}$

7) Условия резонанса, $\omega_n^2 = \omega^2 n^2$, когда резонанс наступает одновременно от движения внешнего и внутреннего критического нагружений и пульсации опор сглаживаются в случае динамического осевого сжатия - $N_{кр.}$

8) Функция прогиба растет (убывает) быстрее особенно во временной координате. чем тангенциальные компоненты перемещения. из-за чего малый модуль сдвига заполнителя практически не влияет на НДС, резервуар работает как однородное тело с жесткостью D, реакцией основания -kw, осевой критической силой $N_{êð} = -N_1 \dfrac{d^2 w}{d\xi^2}$ с переменными коэффициентами.

9) В ряде случаев высокого резервуара с защемленными у основания стенками общее выражение для прогиба будет: $w(\xi) = k\gamma(e-s) + e^{-\beta\xi}\left(D_3 \cos\beta\xi + D_4 \sin\beta\xi\right)$

ЛИТЕРАТУРА

1 Кильчевский Н.А. «Теория нестандартных динамических процессов оболочках», Прикладная математика, 1968 том 4, вып 8.

2 Григолюк Э.И «Проблемы взаимодействия оболочек с жидкостью», Сборник трудов Всесоюзной конференции по теории оболочек и пластинок, М. Наука, 1970.

3 Божанов Е.Т., Ержанов Ж.С «Исследование проблем устойчивости упругих тел, гибких пластин и оболочек и их приложения», Казахстан жогаргы мектебі, Алматы 2001, 323 стр.

4 Рахимбекова З.М «Нелинейные стержневые системы за пределом упругости», Алматы, 2002, 218 стр.

5 Божанов Е.Т., Ибраимкулов А.М., Скакова А.Б. «Об одной математической модели технологии разработки нефтяных месторождений из N-ного горизонта из N-х чередующих приведенных слоев», труды II международной научной конференции «Высокие технологии –залог устойчивого развития», КазНТУ, Алматы, том II, 2013.

6 Божанов Е.Т., Хайруллин Е.М., Акимжанова Ш.А., Касымбекова М.Т. «Неустойчивость поверхностного раздела многослойного пласта большой мощности», труды II-международной научной конференции «Высокие технологии - залог устойчивого развития», КазНТУ, Алматы, том II, 2013.

7 Божанов Е.Т., Хайруллин Е.М., Тулешева Г.А., «Об одной механико-математической модели контакта магистральной трубы с упругим заполнителем», Материалы III международной научной конференции «Актуальные проблемы механики и машиностроении», КазНТУ, Алматы, Том I, 2009, стр 176-180.

REFERENCES

1. Kilchevsky N.A "The theory of non-standard processes dynamics shells", Applied Mathematics, 1968 Volume 4, Issue 8.

2. Grigolyuk E.I "Problems of interaction with liquid membranes", Proceedings of the All-Union Conference on the Theory of Shells and Plates, M. Nauka, 1970.

3. Bozhanov E.T, Erzhanov Z.S "Investigation of the stability problems of elastic bodies, flexible plates and shells and their applications", Kazakhstan zhogargy mektebi, Almaty, 2001, 323 p.

4. Rakhimbekova Z.M "Nonlinear bar systems beyond the elastic limit", Almaty, 2002, 218 p.

5. Bozhanov E.T, Ibraimkulov A.M, Skakova A.B "On a mathematical model of technology development of oil fields from the N-th horizon of N-x alternating layers above", Proceedings of the II International Conference "High-Tech Security deposit of sustainable development", KazNTU, Almaty, Volume II, 2013.

6. Bozhanov E.T, Khayrullin E.M, Akimzhanova S.A., Kasymbekova M.T "Instability surface section multilayered reservoir high-power", Proceedings of II-international scientific conference "High technology - key to sustainable development", KazNTU, Almaty, Volume II, 2013.

7. Bozhanov E.T, Khayrullin E.M, Tulesheva G,A., " On a mechanical-mathematical model of contact of the main pipe with elastic filler ", Proceedings of III-international scientific conference " Problems in Mechanics and Mechanical Engineering ", KazNTU, Almaty, Volume I, 2009, 176-180 p.

Божанов Е.Т., Тулешова Г.А., Бажаев Н.А., Хайруллин Е.М.

Остік критикалық N-кр күшінің әсерінен ауыр мұнай қозғасынының және көлденең қимасының формасы градирни түрінде болғандағы аналитикалық есеп моделі.

Түйіндеме: Жұмыста ауыр мұнайды өндіру және тасу қозғалысының аналитикалық есеп моделі жасалынды. Резервуардың динамикасына мұнайлық қоспа қажылысының ықпалы Винклер түрі негізінде жататын, көлденең қимасының формасы градирни түрінде болғанда және N-кр остік критикалық қысым мен тұрақсыз трапециалдық эпюрдің көлденең қысымы кезінде зерттелді.

Түйінді сөздер: резервуар, газды шапка.

Bozhanov E.T., Tulesheva G.A., Bazhayev N.A., Khayrullin E.M.

Analytical and computational model of motion of heavy oil under the influence of the axial force of the critical N-cr when the cross-sectional shape such as a cooling tower.

Summary: In the work developed analytical and computational model of motion of heavy oil production and transportation. Study the effect of the disturbance on the dynamics of the oil mixture tank when the cross-sectional shape such as a cooling tower, which lies on the basis of the type of Winkler, under the influence of the uneven trapezoidal cross-pressure diagram of the critical pressure and axial N-cr.

Key words: Tank, Gas cap

УДК 620.18

А.М.Ускенбаева, Д.А. Ертаев, Д.Т. Ыбырайымқұл, С.А. Малаев
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы **almauskenbaeva@mail.ru)*

ҮЙКЕЛІСКЕ ТӨЗІМДІ НАНОКОМПОЗИТТІ МАТЕРИАЛДЫ АЛУ

Андатпа. Бұл мақалада үйкеліске төзімді нанокомпозитті материалды алу жолдарының зерттеу жұмыстары өткізілді. Көміртекті нанотүкшені алюминий ұнтағына біркелкі етіп орналастыру әдісі зерттеліп одан үйкеліске төзімді нанокомпозитті материал алынды. Осындай материалды алу үшін көміртекті нанотүтікшені сұйықтықта ультрадыбысты қондырғы арқылы өңдеп алюминий ұнтағына біркелкі етіп араластыру жұмыстары атқарылды. Өңделген көміртекті нанотүтікше мен алюминий ұнтақтары араластырып престеу кейін пеште қыздырылды. Осы жолмен алынған жаңа алюминий негізіндегі нанокомпозитті материалдың физика-механикалық қасиеттері зерттелінді. Аталған қасиеттердің жоғарлап өсуі көрсетілді. Алынған алюминий негізіндегі нанокомпозитті материалдың қарапайым алюминий материалына қарағанда үйкеліске төзімділік қасиеті жоғары болатыны анықталды. Осылайша әдебиеттердің мәліметтеріне сүйене отырып эксперименттік жұмыстар жасалды. Зерттеулердің нәтижесінде алюминий ұнтағына көміртекті нанотүтікшелерді қосу арқылы жаңа нанокомозитті материал алынды және осы материал үйкеліске төзімді, трибологиялық міндетін атқаратын материалдар екендігін көрсетілді.

Өзекті сөздер: көміртекті нанотүтікше, нанокомпозит, алюминий ұнтағы, ультрадыбыстық құрылғы, трибологиялық қасиет.

Кіріспе. Қазіргі кезде, материалтану және нанотехнология саласында наноқұрылымды материалдарды қолдану арқылы жаңа заманауи композитті материалдарды алу мәселелері өзекті болып табылады. Сондықтан да нанокомпозиттік материалдардың болашағы зор деп есептелінуде. Соның ішінде үйкеліске төзімді нанокомпозитті материалдарды алу жолдары көбірек қызықтырады.

Соңғы кездегі көптеген ғалымдардың теориялық және эксперименталдық зерттеулердің нәтижесінде наноқұрылымды композиттердің физика-механикалық қасиеттердің күрт жоғарлауын көрсетіп жатыр [1-3]. Бірақ көбінесе бұл зерттеулер жұқа пленкаларда өткізілген ал тұрмыста, біз көлемді үлгілермен көбірек пайдаланатымыз рас. Осындай мәселені шешу үшін, гетерофаздық нанокомпозиттерді құрастыру олардың физика-механикалық, эксплуатациялық қасиеттерін болжау мен түпкі нанокомпозиттің сапасын бақылау үшін жаңа теориялық және эксперименталдық әдістерді дамыту қажеттілігі болып тұр [1-3].

Элементтерінің құрылыстары 1-5 нм аймағында болатын нанокомпозиттер ерекше қызығушылыққа ие [2]. Осындай өлшемдегі бөлшектер ерекше құрылысқа ие болады және ерекше бірегей механикалық, электрондық, жылу өткізгіш қасиеттерін көрсетеді. Бұл объектілерге көбінесе соңғы кезде ашылған, көміртекті құрылымдар жатады – фуллерендер, нанотүтікшелер, астралендер, наноалмаздар [4].

Нанокомпозиттерді жасап шығару аймағындағы көбінесе алюмоқалыптамалы композиттер кеңінен қызықты болып жатыр. Оларды көбінесе оксидттермен, карбидттермен, нитридттермен, графит пен бордың талышқтарымен беріктендіру жолдары зерттелуде. Дәстүрлі алюминий қорытпаларына қарағанда алюминий негізіндегі нанокомпозитті материалдардың салыстырмалы беріктігі мен қаттылығы өте жоғары болып келеді және де элеткр- жылу өткізгіш қасиеттері сақталады [2]. Бұл жағдай осы нанокомпозитті материалдарды бірқатар ғылым мен техника саласындағы бәсекелестігі басым болып келетіндігі анық.

Конструкциялы наноматериалдарды алудың әр-түрлі жолдары бар: ұнтақ металлургиясы, аморфты түрден кристалдану, қарқынды пластикалық деформация арқылы және наножабындыларды қондыру [1-4].

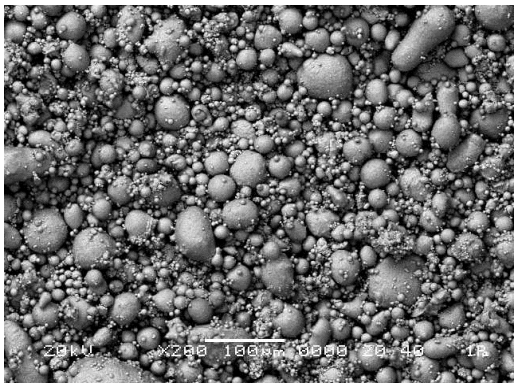
Қазіргі кезде наноқұрылымды материалдарды алу әдістердің бірі ретінде ұнтақ металлургиясы көп қолданыста. Оның ерекшелігі материалдардың беріктендіру фазасының концентрациясы мен түрін өзгерту арқылы құрылыс пен фазалық құрамын және қасиеттерін басқару мүмкіншілігі [4-6].

Осындай нығайтып беріктендіргіш ретінде наноөлшемді оксидттердің, карбидттердің вискерстердің және т.б. әсіресе көміртекті наноқұрылымдардың (көп қабатты көміртекті нанотүтікшелер) қасиеттері соңғы кезде жиі зерттеліп жатыр [3-4]. Бұл объектілер жылу және элеткрөткізгіштік, өте серпімді және теорияға жақын беріктігі болатын қасиеттерге ие. Осы жағдай ерекше бірегей физика-механикалық қаиеттері болатын композициялық наноматериалдарды алуын қамтамасыз етеді [7].

Сондықтан бұл мақалада осы өзекті мәселелерді шешуге арналған жұмыстар өткізілді.

Жұмыстың мақсаты. Алюмоқалыптамалы композициялық материалдың алу жолдары мен оның қасиеттерін зерттеу мәселелерін қарыстырып көміртекті нанотүтікшені еңгізу арқылы нанокомпозициялық материалды алу және оның қасиеттерін зертеу.

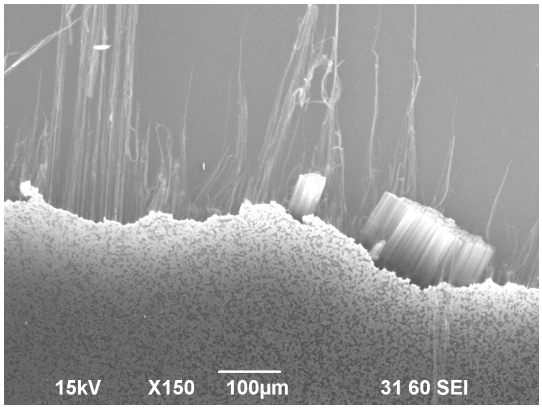
Эксперименттік бөлім. Нанокомпозитті материалды алу мақсатында ең алдымен алюминий ұнтағы (ПА-4) қолданды. Осы ұнтақтың морфологиясын зерттеу үшін ол электрондық микроскоппен қарастырылды (1-сурет). Ұнтақ бөлшектерінің өлшемі 5-7 мкм және тазалығы 99,5% (массасы бойынша) болып шықты.



1-сурет. Таза алюминий ұнтағының морфологиясы

Үлгілердің қасиеттерін салыстыру үшін екі түрлі дайындамалар жасалынды. Бірінші үлгі таза алюминий ұнтағынан дайындалды. Ол үшін алюминий ұнтағын 10 грамм етіп өлшеніп пресс арқылы таблетка күйіне келтірілді. Содан кейін вакуумды пеште 750°С, 30 минуттай қыздырып ұсталды. Осылайша бірінші бастапқы үлгіміз дайын болды.

Ал нанокомпозитті үлгіні жасау үшін Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-де «Наноматериалдар және нанотехнология» зертханасында синтезделетін көміртекті нанотүтікшелерді (КНТ) қолдандық. Бұл КНТ газды фазададан тұндыру әдісі арқылы CVD технологиясымен алынады. Төменде КНТ суреті келтірілген (2-сурет)



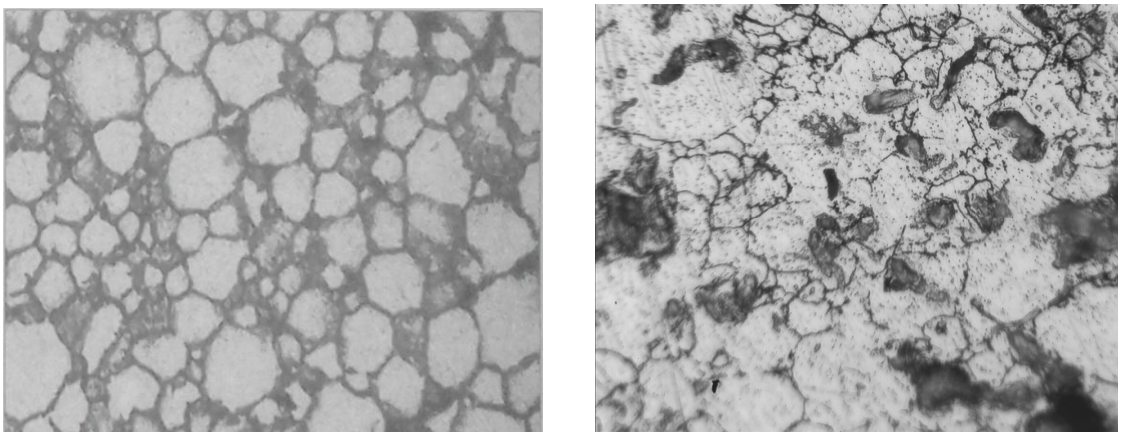
2-сурет. «Наноматериалдар және нанотехнология» зертханасында синтезделетін көміртекті нанотүтікшелердің көрінісі

КНТ қосылған алюминийлі нанокомпозитті алу технологисяы келесі шаралардан тұрады.

Көміртектті нанотүтікше алюминий ұнтағымен оңайлықпен араласпайды. Сондықтан алюминий негізіндегі нанокомпозитті үлгі алу мақсатында, өлшемі 0,01 грамм көміртекті нанотүтікшені суспензияға айналдырып аламыз. Ол үшін 30 мл этил спиртіне көміртекті нанотүтікшені салып алдымен магнитті араластырғышта 15-20 минут араластырамыз. КНТ спиртте қалқып жүргенін байқадық, араласпағаннан кейін оны ультрадыбыспен өңдедік. КНТ спиртте бір қалыпты араласпағандықтан кейін оны 90 минут «ультрадыбыстық қондырғыда» өңдедік Нәтижесінде біздің КНТ спирт ішінде бірқалыпты тарап қара суспензияға айналды. Осы аралықта КНТ спирттің ішінде бірқалыпты араласып орналасқанын көрдік. Даяр болған суспензиямызға фракциясы 5 мкм болатын 10 грамм алюминий ұнтағын қосып «ультрадыбыстық қондырғыда» 30 минут аралығында тағыда өңдедік. Алюминий ұнтағы суспензияда әбден араласып одан ары ұсақталды және КНТ-мен бірге біріккенін байқадық. Осылайша алынған суспензия сұйықтықтан сорғылып шамалы кептірілді. Енді осы кептірілген ұнтақ тәріздес материалымызды пресс арқылы таблетка жасап шығардық. Прессстің күші 8 тонна шамасында болды. Осы престелген үлгіні вакуум пешінде 750°С, 30 минуттай қыздырып ұстадық. Нәтижесінде төменде (3-сурет) көрсетілгендей үлгіні жасап шығардық.

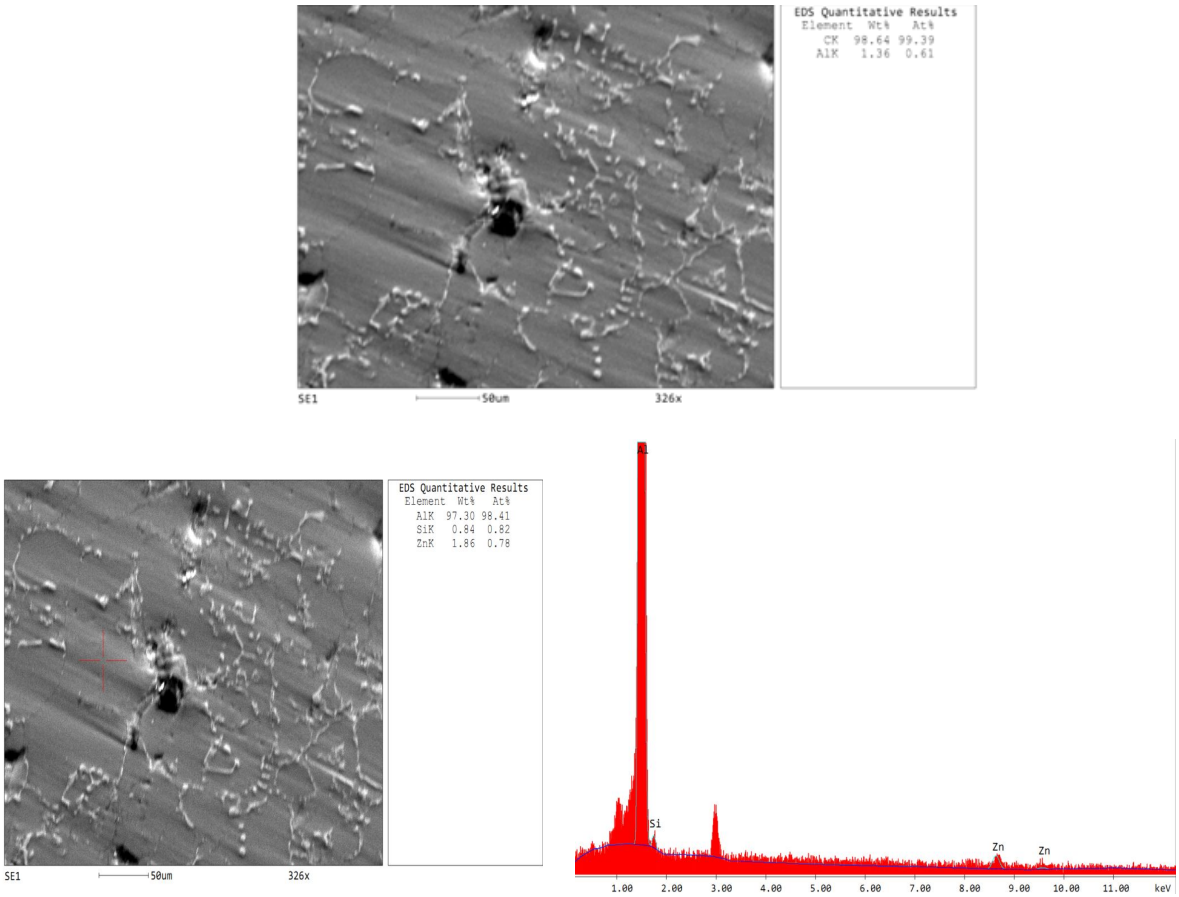
3-сурет. Бастапқы алюминий үлгісі мен алюминилі нанокмпозитті материалдың үлгісі

Осы екі үлгі сырттай бір-біріне ұқсас болып шықты. Енді осы алынған үлгілердің қасиеттерін зерттедік. Үлгілердің құрылыстары Neophot 2 және сканерлеуші микроскопия әдістерімен (SEM 515, Leo 1455 VP) зерттелді.



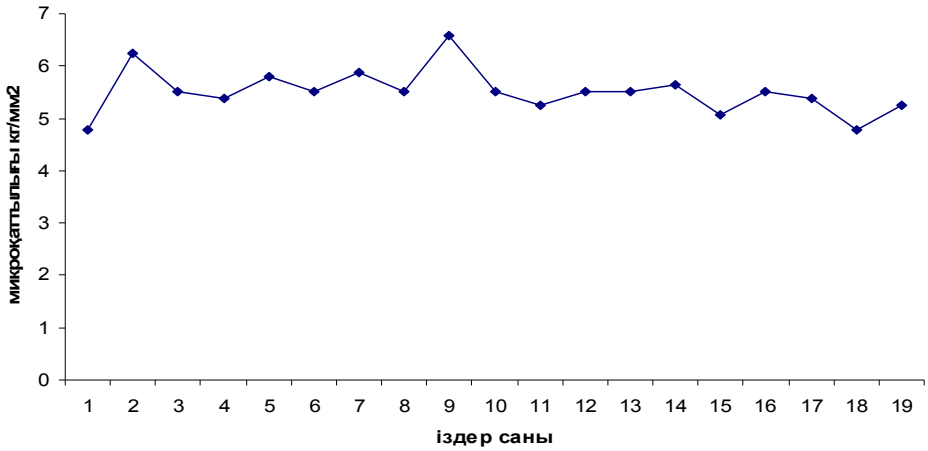
4-сурет. Таза алюминидің және алюминийге 0,1% КНТ қосылған үлгілердің микроқұрлыстары (х500)

Микроқұрылыстарын зерттеу кезінде екінші нанокомпозитті үлгіде түйіршіктердің ұсақталауы байқалады және де түйіршіктердің шекаралары ірілеу болып көрінеді себебі осы шекараларда КНТ орналасқан. Сонымен қатар кейбір жерлерде КНТ-ның аздаған топтасулары байқалады (4-сурет). Ал электронды микроскоптың мәліметтері төменгі сүретте көрсетілген (5-сурет).



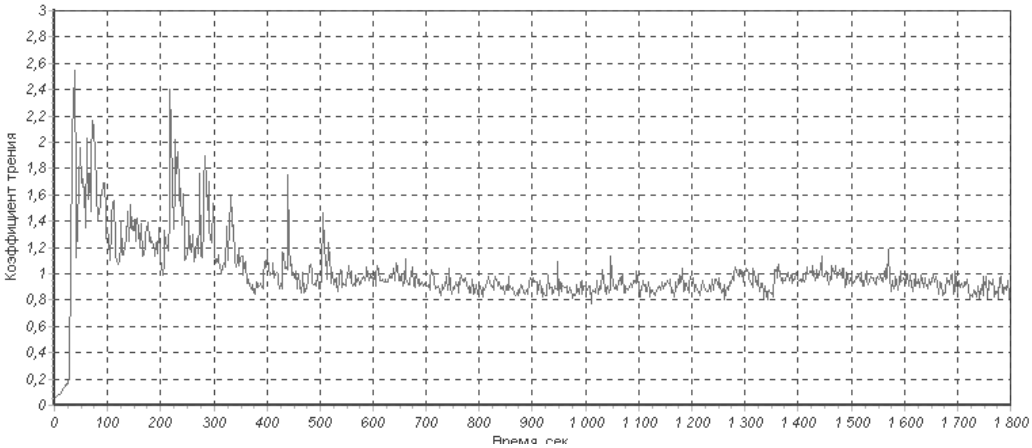
5-сурет. Құрамында КНТ бар, үлгінің элементтік құрамы

Алынған нанокомпозитті үлгінің микроқаттылығы ПМТ-3 аспабында өлшенді. КНТ қосылған үлгінің микроқаттылық графигі төменде көрсетілген (6-сурет). Микроқаттылықтың графигі бойынша алюминийде наноқұрылымды көміртектің бірқалыпты орналасқаны байқалады.

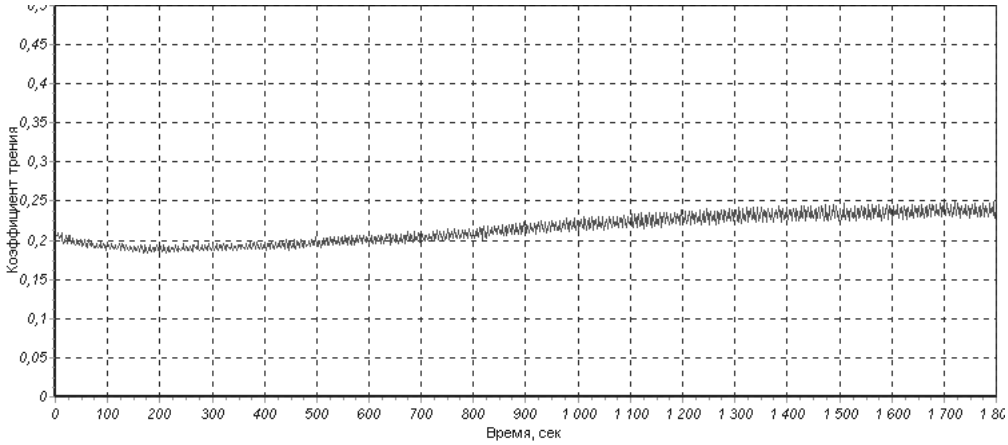


6-сурет. Екінші нанокомпозитті үлгінің микроқаттылық графигі

Көптеген зерттеулерге сүйене отырып [1-8] алюминий негізінде нанокомозитті материалдар үйкеліске төзімді трибологиялық міндетін атқаратын материалдар дегенді дәлелдеуге және оны сынауға кірістік. Триботехникалық сынауларды 2168 УМТ үйкеліс машинасында өткізілді. Үлгінің беткі жағы үйкеліске ұшырады. Үлгілер келесі тәртіптер бойынша үйкеліс қасиетіне сыналды: жүктеме: 1 Н, үйкеліс орнының радиусы 30 мм, сынау уақыты 180 мин, сынау ортасы құрғақ болды. Төменде үйкеліске сынаудан өткен үлгілердің графигі көрсетілген (7-8 сурет)



7-сурет. Алюминий үлгісінің үйкеліс коэфициентінің уақытқа байланысты тәуелділігі



8-сурет. Алюминиге КНТ қосылған үлгінің үйкеліс коэфициентінің уақытқа байланысты тәуелділігі

Бірінші үлгінің графигіне қарағанда үйкеліс коэфициенті күрт өзгеруде, алғашқыда 2,5 мәніне дейін жоғарлап, төмен түсіп содан кейін қайта жоғарлап шамалап түскенін байқаймыз. Бұл график үшкір шыңдарымен ерекшеленеді. Ал екініш КНТ қосылған үлгінің график көрінісі өте жәй, үйкеліс коэфициенті 0,2-0,25 мәндерін көрсетіп бірқалыпты сызықта тұратыны көрініп тұр. Осы графиктерге сүйене отырып нанокомпозитті материалдың үйкеліске төзмідлігі жоғары екендігі анық. Себебі үйкеліс коэфициенті өте төмен, сонымен қатар көміртекті нанотүтікшелердің қасиеттері ерекше болғандықтан бұл жерде олар майлағыш рөлін атқарып тұратыны анық.

Қорытынды. Алюминий нанокомпозиттік материалдың тозуға тұрақтылығы өте жоғары болатының аңғардық. Әдебиеттердің мәліметтірмен салыстыра отырып біздің алынған нәтижелердің ұқсастығы бар екеніне көз жеткіздік. КНТ қосылған нанокмпозитті материалдың механикалық қасиеттері жоғарлайтыны анық.

Эксперименттті түрде алынған, алюминий негізінде 0,1% қосылған КНТ, нанокомпозитті материалдың физика-механикалық қасиеттері мен құрылысының негізгі заңдылықтарының өзгеруі зерттелді. Осы алынған материалдардың қаттылығы мен тозуға берік қасиеттері жоғары болатыны анықталды.

Алынған нәтижелер бойынша осы нанокомпозитті материалдардың триботехникалық бұйымдарда кең түрде қолданылуы мүмкін екенін көрсетеді, мысалы, іштен жану қозғалтқыштарында, поршендерде, жоғары жүктеме-жылдамдық шарттарында жұмыс істейтін бұйымдарда.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Dresselhaus M.S, Dresselhaus G., Eklund P.C. Science of fullerens and carbon nanotubes. SanDiego Academic Press, 1996

2. Bakshi S.R., Lahiri D., Agarwal A. Carbon nanotube reinforced metal matrix composites – a review //International Materials Reviews 2010 V.55, No. I p.41-64

3. Noguchi, T. Carbon nanotube/aluminium composites with uniform dispersion / T. Noguchi, A. Magario, S. Fukazawa, S. Shimizu, J. Beppu, M. Seki // Materials Transactions. – 2004. – Vol. 45, No. 2. – P. 602-604.

4. Евдокимов И.А., Пивоваров Г.И., Бланк В.Д., Аксененков В.В., Кириченко А.Н., Металлоуглеродный композиционный материал на основе алюминия. Химия и химическая технология,2011. Т.54, Вып. 7, С. 58-62

5. пат. 2171307 Россия, Композиционный материал антифрикционного назначения для работы в условиях ограниченной смазки: МПК8 С 22 С 1/00, С 22 С 21/00 / Т.А. Чернышова, Л.И. Кобелева, Л.К. Болотова, А.В. Панфилов, А.А. Панфилов, И.К. Каллиопин, Ю.Д. Карагодов; заявитель Институт металлургии и материаловедения им.А.А.Байкова РАН; заяв. 22.02.2002; опубл. 27.07.2001

6. патент С22С21/0 Алабин А. Н., Абузин Ю. А., Курбаткина Е. И., Белов Н. А. -Алюмоматричный композиционный материал с борсодержащим наполнителем (RU 2496902):

7. Евдокимов, И. А. Современные достижения по получению материалов с нанокристаллической структурой / И. А. Евдокимов, В. Е. Ваганов, В. А. Кечин // ВНТР Вестник научно-технического развития. – 2010 г. – № 6 (34).– С. 3-11.

8. Калашников, И.Е. Изготовление высокоармированного алюмоматричного композиционного материала / И.Е. Калашников, Л.К. Болотова, Л.И. Кобелева, И.В. Катин, Т.А. Чернышова // Физика и химия обработки материалов. - 2009. - №6. - С. 48-54. 45

REFERENCES

1. Dresselhaus M.S, Dresselhaus G., Eklund P.C. Science of fullerens and carbon nanotubes. SanDiego Academic Press, 1996

2. Bakshi S.R., Lahiri D., Agarwal A. Carbon nanotube reinforced metal matrix composites – a review //International Materials Reviews 2010 V.55, No. I p.41-64

3. Noguchi, T. Carbon nanotube/aluminium composites with uniform dispersion / T. Noguchi, A. Magario, S. Fukazawa, S. Shimizu, J. Beppu, M. Seki // Materials Transactions. – 2004. – Vol. 45, No. 2. – P. 602-604.

4. Evdokimov I.A., Pivovarov G.I., Blank V.D., Aksenenkov V.V., Kirichenko A.N., Metallouglerodny kompozistionny material na osnove alyuminiya. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya, 2011. T.54, Vyp. 7, C. 58-62

5. pat. 2171307 Rossiya, Kompozistionnyy material antifrikstionnogo naznacheniya dlya raboty v usloviyakh ogranichennoiy smazki: MPK8 S 22 S 1/00, S 22 S 21/00 / T.A. Chernysheva, L.I. Kobeleva, L.K. Bolotova, A.V. Panfilov, A.A. Panfilov, I.K. Kalliopin, Yu.D. Karagodov; zayavitel Institut metallurgii i materyalovedenya im.A.A.Baikova RAN; zayav. 22.02.2002; opubl. 27.07.2001

6. patent C22C21/0 Alabin A.N., Abuzin.Yu.A., Kurbatkina E.I., Belov N.A. – Alyumomatrichnyy kompozistionnyy material s borsoderzhashchim napolnitelem (RU 2496902):

7.Evdokimov I.A., Sovremennye dostizheniya po polucheniyu materialov s nanokristallicheskoi strukturoi / I.A. Evdokimov, V.E. Vaganov, V.A. Kechin //VNTR Vestnik nauchno-tekhnicheskogo razvitiya. – 2010 г. – № 6 (34).– S. 3-11.

8. Kalashnikov I.E. Izgotovlenie vysokoarmirovannogo kompozistionnogo materiala / I.E. Kalashnikov, L.K. Bolotova, L.I. Kobeleva, I.V. Katin, T.A. Chernysheva // Fizika I khimiya obrabotka mateialov. - 2009. - №6. - S. 48-54. 45

А.М.Ускенбаева, Д.А. Ертаев, Д.Т. Ыбырайымқұл, С.А. Малаев

Получение износостойких композиционных материалов

Аннотоация. В этой статье рассмотрены пути получения изностойкого нанокомпозиционного материала на основе алюминия. Проведено исследование по равномерному распределению углеродных нанотрубок в порошках алюминия. Для этого был использован метод ультразвуковой обработки в жидкой ванне. В ходе обработки углеродных нанотрубок в ультразвуковой ванне они были перемешаны с порошком алюминия, а затем высушены и спрессованы в таблетки. Полученные таким способом образцы, показали высокие физико-механические свойства. Выявлено, что полученный нанокомпозиционный материал обладает повышенными трибологическими характеристиками. Таким образом для получения нанокомпозиционного материала на основе алюминия с внедренными углеродными нанотрубками было предложено применение ультразвука для распределения углеродных нанотрубок в металле. И показано что полученный нанокомпозиционный материал обладает повышенными физико-механическими свойствами и имеет малый коэфициент трения.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, нанокомпозит, алюминиевый порошок, ультразвуковой установка, трибологические свойства.

Uskenbayeva A., Yertayev D., Ybraimkul D., Malayev S.

Receiving abrasion resistant nanocomposite materials

Summary:. This article studied the research of the ways of receiving abrasion resistant nanocomposite materials. The methods of installing carbon nanotubes onto an alluminium powder have been researched . For that carbon nanotubes have been processed by an ultrasonic device and added on to a liquid. Processed carbon nanotube and aluminium powder have been mixed and heated in a heater. Phisico-mechanical properties of the nanocomposite material received by this method and based on a new aluminium have been studied and defined.Increased growth of

these qualities have been shown. Defined that nanocomposite material based on aluminium has high abrasion resistant qualities than simple aluminum material. Thus, on the basis of the data from literature the experimental works have been done. As a result of the researches a new nanocomposite material has been received by adding nanotubes on to an aluminium powder also high abrasion resistant qualities and tribological task of the material have been shown.

Key words: carbon nanotue, nanocomposites ,aluminum powder, an ultrasonic device, tribological properties.

М.А. Асаубеков, Г.С. Карибекова, Н.Ж. Мусаева
(Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан)

КРИСТАЛИЗАЦИЯ И СТРУКТУРИРОВАНИЕ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Аннотация. Исследованы кристализация, свойства и структура светочувствительного полиэтилена.

Показано, что светочувствительный полиэтилен высокого давления не структурируется, так как при радикальной полимеризации под высоким давлением макромолекулы сильно разветвляются и сшиваются.

Ключевые слова: кристализация, структурирование, светочувствительность плиэтилена.

В полиграфическом производстве широко используются высокомолекулярные соединения – полимеры. Они являются связующим полиграфических материалов – композитов. Все физико–химико–механические и эксплуатационные свойства композитных материалов непосредственно зависят от наноструктуры связующих.

В полиграфии широко применяются многоэтажные полимеры: целлюлоза (бумага), полиэтилен, полипропилен, полистирол, полиметил метакрилат (органическое стекло), полиэфиры, полиазиды, диазиды и т.д. К тому же они являются и светочувствительными полиграфическими материалами. Для получения материалов с заданными свойствами необходимо определить наноструктуры связующих и найти взаимосвязи между наноструктурами и свойствами материалов. Поэтому, *целью этой работы является исследование кристализации и структурирование полиэтилена, широко применяемый как упаковочный материал, бумага и светочувствительный материал*.

Методами исследования светочувствительного полиэтилена были выбраны электронная (для обнаружения нанообразований) и оптическая (для микроструктур) микроскопии.

В результате исследования получены следующие результаты:

- политэтилен образует ламелярные и дендритные структуры на микро- и нанометрическом уровнях;

- непосредственно визуально показано, что сложные дендритные структуры складывают из ламелей-пластин с высотой 100 нм;

Новизной исследования является то, что впервые:

- обнаружены новые морфологии полиэтилена, отличающие от известных до сих пор структур по внешней огранке;

- доказано, что структурным элементом крупных надмолекулярных образований полиэтилена является ламель – пластина из складчатых макромолекул;

- определен механизм дендритообразования полиэтилена из ламелей, который доказан прямым методом (визуально) с помощью электронной микроскопии.

Объект исследования:

1 Полиэтилена высокого давления (ПЭВД) – материал для копировального слоя, применяемый в полиграфии при получении печатных форм во всех трех основных видах печати (в высокой, глубокой и плоской печати). Характер использования копировальных слоев в различных видах печати различен, но во всех случаях они, после экспонирования и проявления, служат для защиты поверхности формного материала от действия таких агрессивных сред, как растворы азотной кислоты в высокой печати или хлорного железа в глубокой печати, они защищают пробельные элементы от действия зажиривающих веществ при получении печатных форм в офсетной печати.

Полиэтилена высокого давления – светочувствительный материал, получают методом радикальной полимеризации под давлением.

2 Полиэтилен низкого давления (ПЭНД) – светочувствительный материал, получают методом ионно–координационной полимеризации на катализаторе Циглера–Натта, регулярного строения звеньев.

Катализатор Циглера-Натта:

$$[TiCl_4 \cdot Al(C_2H_5)_3] \quad (1)$$

(За разработку состава катализатора и синтеза стереорегулярных полимеров авторы: Циглер (ФРГ) и Натта (Италия) в 1963 году награждены Нобелевской премией по химии) [8].

Общая формула обеих полимеров:

$$[-CH_2-CH_2-]_n \quad (2)$$

Свойства полиэтилена высокого давления и полиэтилен низкого давления **:** диэлектрики, пластмассы, термопластмассы, светочувствительны к УФ–, ИК–, видимому свету и другим радиационным излучениям.

Растворяются в кислом, бензоле и других органических растворителях.

Методы исследования

В настоящее время существует комплексный подход к исследованию современных материалов, исследованию наноструктуры полиэтилена: ОМ – оптическая, РЭМ – растровая электронная микроскопия, АСМ – атомно-силовая микроскопия, ПЭМ – просвечивающая электронная микроскопия, РСМА – рентгеноспектральный микроанализ, РФА – рентгенофазовый, РстА – рентгеноструктурный анализы, ЭД – дифракция электронов, ИК – спектроскопия в инфракрасной, УФ – в видимой и ультрафиолетовой областях, ТГА – термический анализ, ВАХ – определение вольт-амперных характеристик, СКВИД – измерение магнитных свойств, БЭТ – определение площади поверхности образцов.

Для выполнения работы были выбраны следующие физические методы исследования: 1. Электронная микроскопия на приборах УЭМВ 100К, JEM –7; 2. Оптическая микроскопия на поляризационном микроскопе МИН.

Рис. 1. Поляризационный микроскоп МИН–8

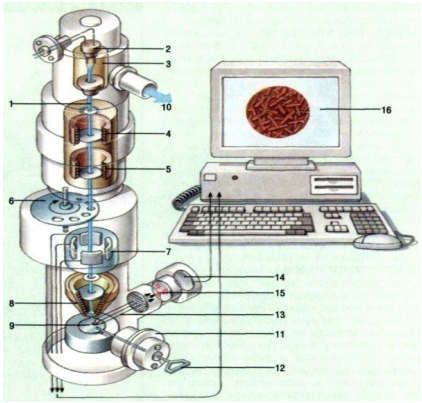


Рис. 2. Электронный микроскоп:
1– электронная трубка; 2 – вольфрамовый катод; 3 – электронная пушка; 4 – верхняя электромагнитная линза; 5 – нижняя электромагнитная линза; 6 – диск с отверстиями; 7 – сканирующая катушка; 8 – проектная линза; 9 – лабораторный образец; 10 – насос; 11 – воздушная камера; 12 – ручная установка; 13 – электроны после объекта; 14 – детектор; 15 – флюоресцентный прицел; 16 – компьютерный дисплей

Для исследования микроструктуры синтезированных полимеров был использован поляризационный свет для оптических микроскопов.

Для исследования наноструктуры полимеров использованы электронные лучи на электронных микроскопах. Были выбраны метод суспензий для растворов полимеров, а для твердых образцов – метод реплик и метод травления высоковязким растворителем вапором.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования полиэтилена низкого давления методами электронной и оптической микроскопий микро- и наноструктуры аморфного полиэтилена высокого давления не наблюдались.

В зависимости от условий кристаллизации (разные температуры кристаллизации, кристаллизации из расплава, из раствора, скорость охлаждения, время кристаллизации и др. факторы) один и тот же сфролит образует разные морфологии: кольцевые сферолиты, фибриллярные сферолиты, мелкие сферолиты и сферолитов из фибрилл.

Таким образом, определили новый механизм образования крупных надмолекулярных структур – сферолитов и дендритов. Структурным элементом наноструктур полиэтилена является ламель – образованный из складывания в пластины сотни тысяч макромолекул. Электронная дифракция на электронном микроскопе показала, что макромолекула ориентирована перпендикулярно основанию пластин.

ЛИТЕРАТУРА

1 Глезер А.М. Аморфные и нанокристаллические структуры: сходства, различия, взаимные переходы / А.М. Глезер // Рос. хим. журн. (Журнал Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2002. Т. XLVI, № 5. 57-63 с.

2 Андриевский Р.А. и др. Наноструктурные материалы. М.: ACADEMA. 2005.

3 Асаубеков М.А. Структуры полимеров. Учебное пособие. Алматы: КазНТУ. 80 с.

5 Асаубеков М.А. Автореферат докторской диссертации, Алматы 1996.

6 Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века / Пер. с англ. Под редакцией Л.А. Чернозатонского. – М.: Техносфера, 2003. – 336 с.

REFERENCES

1 Glazer of A.M. Amorphous and nanocrystalline structures: likenesses, distinctions, mutual transitions / of A.M. A glazer // Grew. Him.jurn 2002. T. XLVI, № 5. 57-63 p.

2 Andreevski of P.A. and other is Nanostructural materials. M.: ACADEMA. 2005.

3 Asaubekov of M.A. Structures of polymers. Train aid. Almaty: KazNTU. 80 p.

4 Asaubekov of M.A. Abstract of thesis of doctoral dissertation, Almaty 1996.

5 Harris of П. the Carbon nanopipes and family structures. New materials of the XXI century / Trudged. with an eng Edited L.A. Chernazatonskogo. - M.: Technosphere, 2003. – 336p.

Асаубеков.М.Ә, Карибекова Г.С., Мусаева Н.Ж.

Сәулесезгіш полиэтиленнің кристалдануы және құрылымдануы

Түйіндеме. Мақалада полиграфия өндірісінде сәулесезгіш материалдар ретінде қолданылып жүрген жоғары тұтқыр ортада сәулесезгіш полимерлер құрылымының кристалдануының пайда болуы өзгеруі зерттеу жұмыстарымен жүргізілген.

Asaubekov.M.A., Karibekova G.S. Musayeva N.J.

Crystallizing and structures of photosensitive polyethylene

Summary. The results of research of crystallizing and structures of photosensitive polyethylene confirm the hypothesis of Asaubekov M.A experimentally about much step gelation of difficult надмолекулярных organizations of high molecular connections from structural elements.

ОӘЖ 515.2

У.Қ. Күсебаев[1], А.Ә. Жұмабаев[1], Д.Д.Абилдабекова[2]
([1]Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті,
[2]Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
Алматы, Қазақстан, e-mail: a_dariga@mail.ru)

ҚИСЫҚТАРДЫ АЛМАСТЫРУДАҒЫ ДӘЛДІКТЕР

Аннотация. Мақалада графикалық жұмыстарды орындау барысында бір қисықты басқа қисықтармен алмастыруда туындайтын мәселелер қарастырылған. Тікбұрышты изометриялық проекцияда эллипсті овалдың қандай түрімен алмастыруға болатындығы көрсетілген. Алмастыру дәлдіктеріне салыстырмалық сараптамалар жасалған.

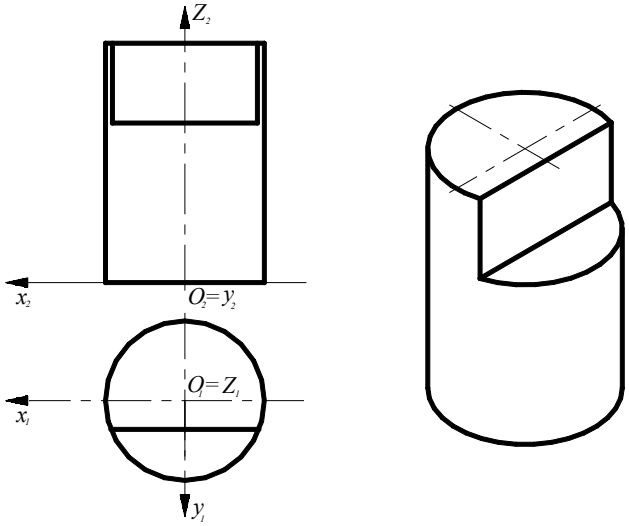
Түйін сөздер: алмастыру дәлдігі, овал, эллипс, тікбұрышты изометрия, графикалық әдіс, шеңбер.

Сызбаны орындау барысында бір қисықты екінші қисықпен алмастыру – жиі кездесіп тұратын амал. Бір қисықтың сызылуының күрделі болуы, үлкен дәлдікті талап етуі, соған байланысты уақытты көп алатындығы оны жеңіл жолмен сызылатын қисықпен алмастыруға әкелетіні түсінікті. Алмастыруға қойылатын талаптың бірі – алмастыру дәлдігі. Енді сызудағы дәлдіктерді қарастырсақ [1].

Сызбаның көрнекілігін беретін аксонометриялық проекциялардың ішіндегі көп қолданылатыны – тікбұрышты изометриялық проекция.

Шеңбердің тікбұрышты изометриялық проекцияда эллипс болып кескінделетіні белгілі. Эллипс екінші дәрежедегі алгебралық қисық болғандықтан, оны салу үшін бес нүкте қажет. Эллипстің екі осьтік симметриясы болғандықтан нүктелердің саны жұп болғаны дұрыс. Демек, эллипсті салу үшін ең аз дегенде алты нүктені пайдаланған жөн. Бірақ графикалық салу барысында бес нүктенінің де, алты нүктенің де аздық ететіні байқалып тұрады. Эллипс қисығын табылған нүктелер бойынша лекало арқылы сызып шығу үшін әлдеқайда көп нүктелер қажет. Бұл көп нүктелерді таба білу және оларды лекаломен дұрыстап қоса білу керек. Бұның бәрі көп еңбекті, көп уақытты талап етеді. Осыдан барып аксонометриядағы эллипсті овалмен алмастыру идеясы туған. Қазір тікбұрышты изометриядағы эллипсті овалмен алмастырудың көп тараған үш-төрт әдісі оқу процесінде, жобалау жұмыстарында жиі қолданыста жүр. Енді түрлі әдіспен салынған овалдарды бір-бірімен салыстырып, олардың бір-бірінен артықшылығын, кемшілігін көрсетіп, сараптама жасап көрелік [2,3].

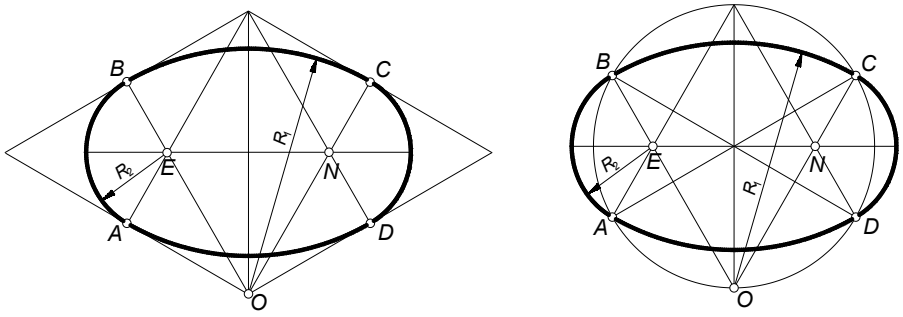
1-суретте геометриялық дененің екі проекциясы (1а-сурет) және тікбұрышты изометриялық проекциясы (1ә-сурет) берілген. Бұл денедегі шеңберлер аксонометриялық проекцияда эллипстермен кескінделеді. Жоғарыда айтылғандай, эллипстерді овалдармен алмастырамыз.



а) ә)

1-сурет. Екі проекцияда берілген геометриялық дене мен оның тік бұрышты изометриясы

Мектеп сызуынан келе жатқан овалды сызудың ең қарапайым әдісі болып есептелінетін тәсілді алайық (2-сурет).



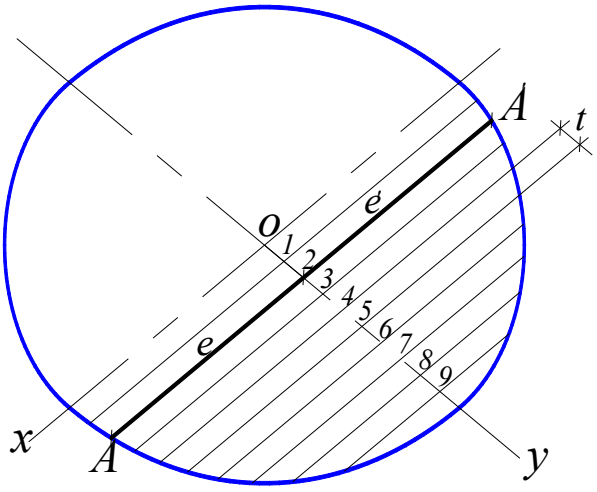
а) ә)

2-сурет. Овалдың ромб және шеңбер арқылы салынуы

Шеңбердің сыртына квадрат сызылады. Квадраттың аксонометриялық проекциясы 2а-суретте көрсетілгендей ромб түрінде кескінделінеді және осы ромб ішінде овал орындалады. Овалдың қалай сызылатынына тоқталмай-ақ қойсақ болады, өйткені оның орындалуы өте қарапайым және ол әрбір білім алушыға мектеп қабырғасынан таныс.

Дәл осы овалды сыртқы квадратсыз (аксонометриялық проекцияда ромбысыз), тек шеңбердің көмегімен де салу әдісі жиі қолданылатыны белгілі (2ә-сурет). Жоғарыда келтірілген 1ә-суреттегі геометриялық дененің аксонометриялық проекциядағы эллипстері осы әдістердің көмегімен орындалған.

Сонымен, біз эллипсті овалмен алмастырдық. Енді бір қисықты екінші қисықпен алмастыруда туындайтын дәлдік мәселесіне көңіл аударып, сараптама жасап көрелік. Қарастырылып отырған геометриялық дененің үстіңгі бетін жеке алайық (3-сурет).



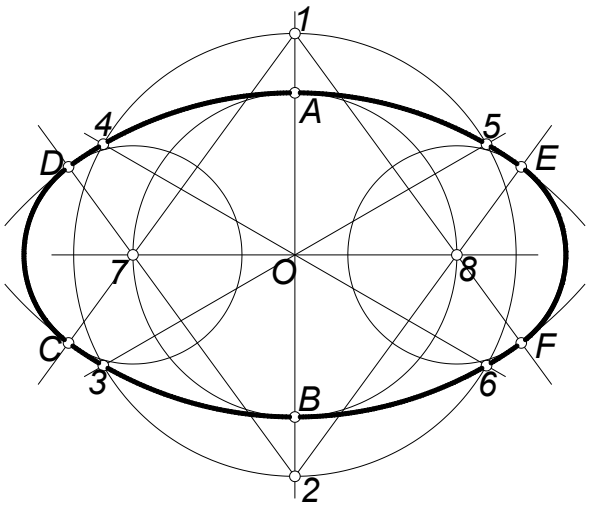
3-сурет. е және e' кесінділерін салыстыру

у осі AA' кесіндісін тең бөліп тұрған жоқ, е кесіндісі e' кесіндісінен үлкен, бұл кесінділер тек қана х осінде өзара тең болады. Екі мәннің өзгеру заңдылығын бақылау мақсатында диаметрі 100мм-ге тең шеңбердің овалын х осіне параллель және арасын 5мм-ден етіп бөлейік. 1-кестеден көрініп тұрғандай, е және e' кесінділерінің қатынасының шамасы х осінен алшақтаған сайын үлкейе береді. Егер геометриялық дененің AA' түзуі х осінен алыс орналасқан болса, мысалы 8 немесе 9 нүктелері арқылы өтсе, онда бұл әдіспен сызылған овал үлкен дәлсіздіктерге әкеліп соқтыратыны көрініп тұр. Осыған байланысты овал салудың басқа әдісін қарастырып көрелік. 4-суретте овал салудың көп тараған тағы бір әдісі көрсетілген.

1-кесте

№	e	e'	e/e'
1	49,87	49,54	1,0066
2	49,28	48,28	1,0207
3	48,31	46,33	1,0427
4	46,85	43,72	1,0715
5	44,78	40,45	1,1070
6	41,96	36,46	1,1508
7	38,12	31,61	1,2059
8	32,75	25,62	1,2782
9	24,54	17,71	1,3856

Центрі О нүктесінде орналасқан диаметрі 100мм-ге тең шеңбер x,y,z остерінде 1,2,….6 нүктелерін береді. 1 және 2 нүктелерін центр етіп алып, 3 пен 6 және 4 пен 5 нүктелері арқылы доғалар жүргіземіз. Бұл доғалар А және В нүктелерін береді. А және В нүктелері арқылы жүргізілген шеңбер эллипстің үлкен осі өтетін түзумен қиылысып 7,8 нүктелерін анықтайды. 1 мен 7 нүктелері арқылы өткен түзу В нүктесі арқылы жүргізілген доғамен қиылысып С нүктесін, ал 1 мен 8 нүктелері арқылы өткен түзу осы доғамен қиылысып F нүктесін береді. Дәл осы жолмен D және Е нүктелері анықталады. 7 және 8 нүктелерін центр етіп алып CD және EF доғалары салынады.



4-сурет. Алмастыру дәлдігі жоғары овалды салу

Осы әдіспен салынған овалды 3-суреттегідей схемамен сараптама жасасақ, нәтиже басқаша болады. Зерттеу көрсеткіштері 2-кестеде көрсетілген. Бұл екі әдістің дәлдіктерін салыстыру e/e' қатынасы арқылы жүргізілген. Кестелерден көрініп тұрғандай, екінші әдістің дәлдігі жоғары болатындығы байқалады.

2-кесте

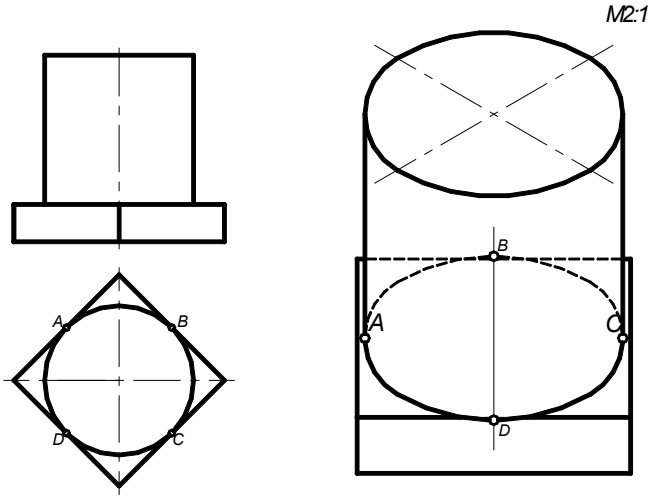
№	e	e'	e/e'
1	49,87	49,84	1,0006
2	49,28	49,24	1,0008
3	48,31	48,26	1,0010
4	46,85	46,32	1,0114
5	44,78	43,61	1,0268
6	41,96	40,11	1,0461
7	38,12	35,71	1,0674
8	32,75	30,14	1,0865
9	24,54	22,61	1,0850

Кейбір жағдайларда бұл екі әдістің екеуін де пайдалану қолайсыз, тіпті дөрекі қателіктерге соқтыруы мүмкін.

5-суретте келтірілген геометриялық дененің тікбұрышты изометриясын овал салудың бірінші әдісімен орындап көрелік.

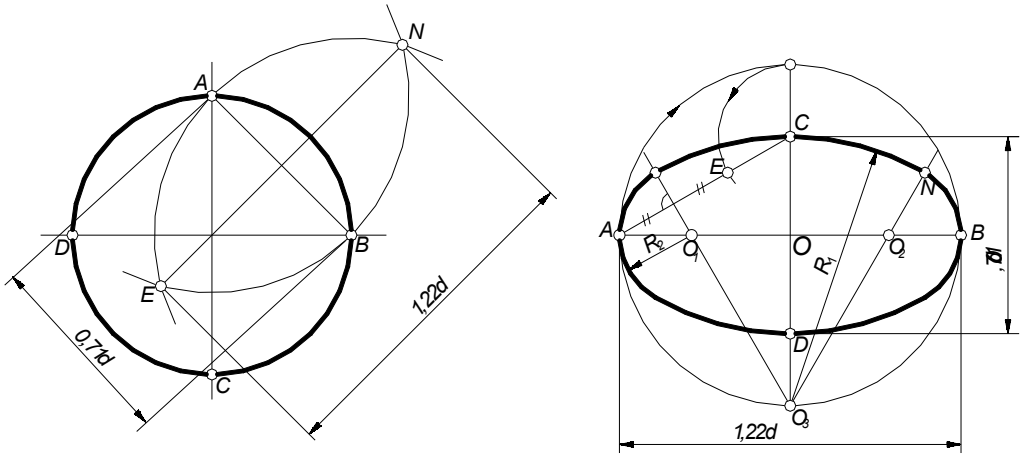
Цилиндрге де, призмаға да тиісті A,B,C және D нүктелері аксонометриялық проекцияда басқаша орналасып қалған: A,B,C және D нүктелерінің цилиндрге тиістілігін көрсету мақсатында оларды овалдың бойында кескіндесек, нүктелердің призма қырларында жатпай қалатынын көреміз. Бұлай болудың басты себебі – эллипстің үлкен және кіші остерінің өзгеру шамасының дәл сақталмауында. Осы олқылықтарды болдырмайтын овал салудың басқа әдістерінің бірін қарастырып көрейік (6-сурет).

Овалдың ұзындығы эллипстің үлкен осіне, ал ені эллипстің кіші осіне тең болсын деген шарт қояйық. Алдын-ала берілген шеңбердің диаметрін 1,22-мен 0,71-ге көбейту арқылы эллипстің үлкен және кіші остерінің ұзындықтарын анықтауға болады.



5-сурет. Геометриялық дененің көріністері мен аксонометриялық проекциясы

Ең дәл әдіс – графикалық әдіс екендігін ескеріп (салу барысында кетуі мүмкін қателіктерді ескермейтін болсақ), эллипстің үлкен және кіші остерінің ұзындықтарын 6а-суретте көрсетілген жолмен анықтауға болады. Қажетті диаметрдегі шеңберді сызып, горизонталь және вертикаль остермен қиылысу A және B нүктелерін қосып эллипстің кіші осін алуға болады, сонда AB кесіндісінің ұзындығы - 0,71d. A нүктесін центр етіп алып AB радиусымен доға жүргізіп, содан кейін дәл осылай B нүктесінен қайталап, екі доғаның қиылысу E, N нүктелерін, яғни эллипстің үлкен осін анықтаймыз. Осы жолмен табылған үлкен және кіші остер бойынша овал салудың бір әдісі 6ә-суретте келтірілген.



а) ә)

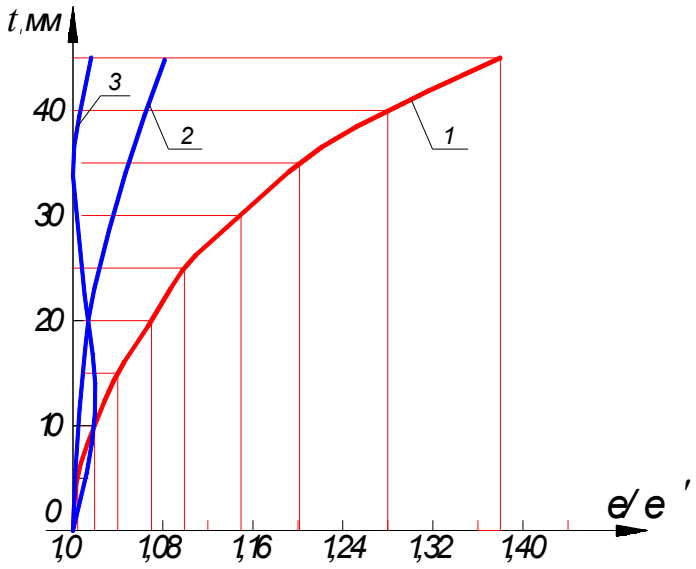
6-сурет. Овалды үлкен және кіші остері бойынша салу

Егер осы әдіспен салынған овалды 5-суреттегі мысалға қолданатын болсақ, онда барлық нүктелер цилиндрге де, призмаға да тиісті болатыны күмән келтірмейді. Енді осы овалдың бұрмалану шамасын зерттейік. Сараптама көрсеткіштері 3-кестеде келтірілген, бұл жерде айта кету керек, e/e' қатынасы бірден кем және өзгеруі баяу.

3-кесте

№	e	e'	e/e'
1	49,6	50,3	0,9860
2	48,71	49,88	0,9765
3	47,39	48,57	0,9757
4	45,57	46,5	0,9800
5	43,14	43,69	0,9874
6	39,94	40,13	0,9952
7	35,71	35,71	1,000
8	29,92	30,17	0,9917
9	21,3	22,83	0,9325

Бұл үш әдісті өзара салыстыру мақсатында олардың e/e' қатынасы параметрлерінің өзгеру графиктерін салайық (7-сурет).



7-сурет. e/e' параметрінің өзгеру графиктері

Салыстыру нәтижесінен бірінші әдістің салынуы жеңіл болғанымен, алмастыру дәлдігі төмен екенін, ал екінші және үшінші әдістердің эллипсті алмастыру қабілеті жоғары екенін анық көруге болады. Тек бұл әдістерді қай кезде қолдануын таңдай білу қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Күсебаев У.К., Жұмабаев А.Ә. Графикалық жұмыстардың компьютерлік орындалуында туындайтын кейбір мәселелер / Инженерлік графика және кәсіби білімнің мәселелері. – Астана. 2012. - №10,11. – С. 50-56.

2. Ж.Жаңабаев. Инженерлік графика (Сызба геометрия, машинажасау сызуы) оқулық / Экономика, - Алматы, 2012. -507 бет.

3. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. - М.: Высшая школа, 1988. - 351 с.

REFERENCES

1. Kusebaev U.K., Zhumabaev A.A. Grafikalyk zhumystardyn komputerlyk oryndaulynda tuyndaytyn keybyr maseler / Inzhenerlyk grafika zhane kasiby bylymnyn maselelery. – Astana. 2012. - №10,11. – S. 50-56.

2. Zh.Zhanabaev. Inzhenerlyk grafika (Syzba geometriya, mashinazhasau syzuy) okulyk / Ekonomika, - Almaty, 2012. -507 bet.

3. Levitsky V.S. Mashinostroitelnoe cherchenie. - M.: Vysshaya shkola, 1988. – 351s.

Кусебаев У.К., Джумабаев А.А., Абилдабекова Д.Д.

Точности при замене кривых

Резюме. В статье рассматриваются проблемные вопросы, возникающие при замене одной кривой другими. Показано, каким способом построенный овал лучше заменяет эллипс в прямоугольной изометрии. Проведен анализ относительной точности замены.

Kussebayev U., Jumabayev A., Abildabekova D.

The accuracy at the replacement of curves

Summary. The article considers the problematic issues, arising from replacement of one curve to another. It is shown how the method of constructing an oval better replaces the ellipse in rectangular isometric view. Was performed the analysis of relative accuracy of replacement.

УДК 66.088

[1]Ерыгина Л.А., [2]Скаков М.К.

([1]Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Республика Казахстан,

[2]Филиал Институт атомной энергии НЯЦ РК, Курчатов, Республика Казахстан, lyuda.mila@mail.ru)

НИТРОЦЕМЕНТАЦИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ЭЛЕКТРОЛИТНОЙ ПЛАЗМОЙ

Аннотация. Исследована возможность применения электролитно-плазменной нитроцементации с использованием в качестве электролита водного раствора, содержащего 25 % карбамида ($(NH_2)_2CO$), 10 % глицерина ($C_3H_8O_3$) и 10 % карбоната натрия (Na_2CO_3), при режимах с длительностью 5–7 мин. и температурой 750–850 °С для конструкционной стали 34ХН1М и получению поверхностных слоев с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Были получены данные об изменении фазового состава, микроструктуры, микротвердости и шероховатости поверхностных слоев конструкционной стали 34ХН1М после обработки электролитной плазмой.

Ключевые слова: электролитно-плазменная нитроцементация, модифицированный слой, фазовый состав, микроструктура, микротвердость, шероховатость, конструкционная сталь.

Одним из перспективных способов поверхностного упрочнения поверхностного слоя детали является скоростная электролитно-плазменная обработка, основанная на явлении возникновения электролитной плазмы в системе из двух электродов, погруженных в водный раствор электролита, при превышении площади одного электрода над площадью другого [1].

Следует отметить, что определенное распространение получила электролитно-плазменная обработка в анодном режиме, позволяющем легко регулировать температуру нагрева и избегать действия электрических разрядов, ухудшающих шероховатость поверхности [2]. Недостатком процесса является неоднородность нагрева погружаемого в раствор электролита изделия, выражающаяся в наличии вертикального градиента температуры. Это приводит к неравномерному распределению твердости или иных свойств по обрабатываемой поверхности. Вышеперечисленных недостатков лишена электролитно-плазменная обработка в катодном режиме, который отличается устойчивой парогазовой оболочкой и отсутствием процесса образования оксидных пленок и растворения поверхности электрода [3, 4].

При воздействии электролитной плазмой в поверхностных слоях сталей происходит модифицирование структуры и фазового состава, как следствие, изменяются механические свойства поверхности. Количественные характеристики изменений зависят от параметров и режимов обработки. Значительное количество публикаций отечественных и зарубежных ученых посвящено исследованию структурно-фазовых превращений и механических свойств после электролитно-плазменной нитроцементации [5-9].

В связи с вышеизложенным, целью работы является исследование изменений структурно-фазового состава, микротвердости и шероховатости поверхностных слоев конструкционной стали 34ХН1М после электролитно-плазменной нитроцементации при различных режимах.

Материал и методика эксперимента

В качестве материала исследования была выбрана конструкционная сталь марки 34ХН1М, широко применяющаяся в машиностроении для особо ответственных высоконагруженных деталей, работающих при температуре до 500 °С [10].

Химический состав стали 34ХН1М, по ТУ 24-1-12-179-75: 0,3 – 0,4 % C; 0,17 – 0,37 % Si; 0,5 – 0,8 % Mn; 1,3 – 1,7 % Ni; 1,3 – 1,7 % Cr; 0,2 – 0,3 % Mo; не более 0,035 % S; не более 0,03 % P; остальное Fe. Зарубежные аналоги стали 34ХН1М: 2541 (Швеция), 34CrNiMo6 (Германия).

Для проведения исследований из поковок с твердостью НВ 247 изготовили пластинчатые образцы размером 30х30х7 мм. Перед электролитно-плазменной нитроцементацией поверхность образцов стали 34ХН1М подвергали механической шлифовке и полировке с использованием алмазной пасты. Затем поверхность образцов обезжиривали этиловым спиртом.

Нитроцементацию проводили в водном растворе 25 % карбамида ($(NH_2)_2CO$), 10 % глицерина ($C_3H_8O_3$) и 10 % карбоната натрия (Na_2CO_3) на установке, описанной в [11]. Нагрев плазмой до температуры обработки проводили при напряжении 320 В и плотности тока 3,3 А/см^2, насыщение поверхности детали азотом и углеродом осуществляли в течение 5-7 мин при напряжении 180 В, плотности тока 2,2 А/см^2 и температуре 750 – 850 °С. Затем отключали напряжение и проводили закалку в потоке охлажденного электролита.

Структурные исследования образцов конструкционной стали 34ХН1М проводили в НИИ «Нанотехнологии и новых материалов», Лаборатории инженерного профиля «ІРГЕТАС» ВКГТУ им Д. Серикбаева, Центре коллективного пользования НИИ ТПУ (г. Томск, Россия) и в научных лабораториях Института материаловедения и соединительных технологий Университета им. Отто фон Гуерике (г. Магдебург, Германия) методами:

– оптической микроскопии на Altami-MET-1M и AXIOPHOT-2;

– растровой электронной микроскопии на микроскопе JSM – 6390LV с приставкой энергодисперсионного микроанализа INCAEnergy фирмы OXFORD Instruments;

– оптико-эмиссионного микроанализа на искровом спектрометре SPECTROLAB;

– рентгеноструктурного анализа на дифрактометре XRD-3000 с излучением CuK_α.

Механические испытания на микротвердость проводили на установке ПМТ-3М по ГОСТ 9450-76. Измерение шероховатости поверхности стальных образцов проводили на профилометре DIAVITE DH-5 во Вроцлавском Политехническом Университете (Польша, г. Вроцлав).

Результаты и обсуждение

Проведенные металлографические исследования образцов конструкционной стали 34ХН1М в исходном состоянии показали, что поверхность ферритно-перлитную структуру. Зерна перлита и феррита располагаются друг относительно друга случайным образом (рис. 1.а).

Металлографические исследования после электролитно-плазменной нитроцементации, показывают, что на поверхности стали 34ХН1М детали образуется карбонитридный слой (рис. 1.б, в). Следует заметить, что увеличение температуры насыщения приводит к заметному увеличению размеров зерен.

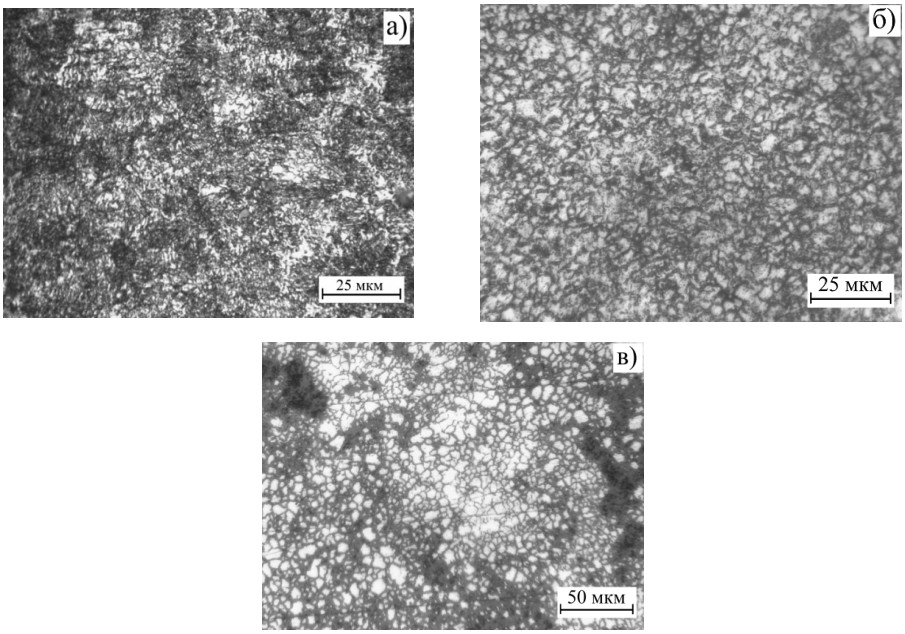


Рис. 1. Микроструктура поверхности стали 34ХН1М
а) исходное состояние; б) после электролитно-плазменной нитроцементации при температуре 750 °С в течение 7 мин; в) после электролитно-плазменной нитроцементации при температуре 850 °С в течение 7 мин

Количественно-долевое содержание азота и углерода в поверхностных слоях, выявленное с помощью оптико-эмиссионного микроанализа, представлено на рисунке 2. Содержание азота после обработки при температуре 750 °С составляет 0,24 – 0,27 %. При обработке при температуре 850 °С содержание азота в поверхностном слое небольшое – до 0,15 %. Содержание углерода при увеличении температуры обработки до 850 °С увеличивается на ~ 0,02 % по сравнению с исходным значением. При температуре 750 °С и длительности процесса 7 мин наблюдается процесс обезуглероживания поверхности, аналогично процессу азотирования.

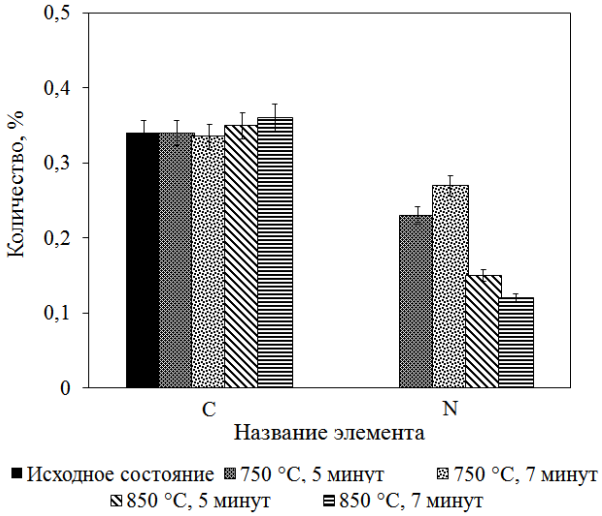


Рис. 2. Распределение азота и углерода в поверхностном слое стали 34ХН1М до и после электролитно-плазменной нитроцементации

По данным рентгеноструктурного анализа, приведенным на рисунке 3, определено, что исходное состояние стали 34ХН1М представлено α-фазой на основе Fe [12]. После электролитно-плазменной нитроцементации появились новые фазы: γ-фаза на основе Fe, нитрид железа FeN, мартенсит FeC повышенной тетрагональности и азотистый мартенсит $FeN_{0,095}$. Появление γ-Fe обусловлено тем, что при температуре выше 730 °С в стали 34ХН1М происходит превращение феррита в аустенит. Появление мартенсита закалки FeC повышенной тетрагональности связано с высокими скоростями нагрева до температуры 850 °С, близкой к температуре закалки, и последующего охлаждения.

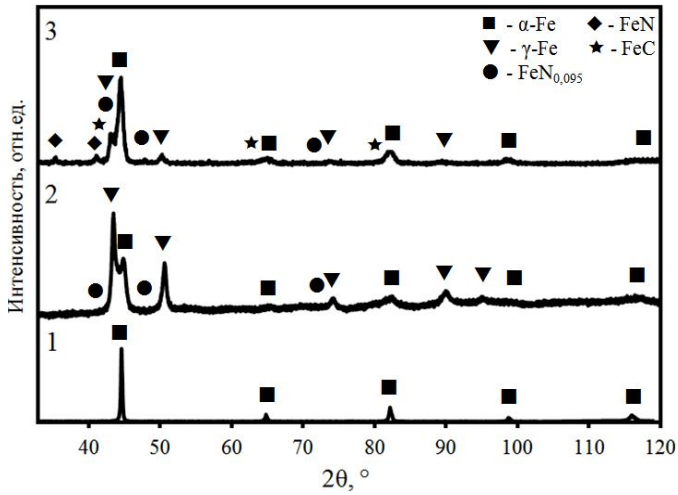


Рис. 3. Фазовый состав поверхностных слоев стали 34ХН1М до и после электролитно-плазменной нитроцементации
1 – исходное состояние; 2 – 750 °С, 7 минут; 3 – 850 °С, 7 минут

На рисунке 4 приведены варианты изменения микротвердости поверхности образцов после электролитно-плазменной обработки, отличающейся температурой и временем процесса.

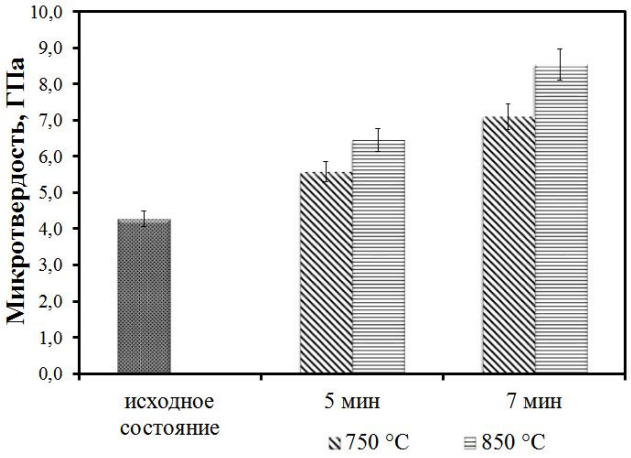


Рис. 4. Микротвердость поверхности стали 34ХН1М до и после электролитно-плазменной нитроцементации

В исходном состоянии значение микротвердости составляет 4269 МПа. После обработки наблюдается повышение микротвердости поверхности в ~ 1,3 – 2 раза. Повышение микротвердости пропорционально длительности и температуре обработки. Максимальная микротвердость поверхности, равная 8546 МПа, получена при температуре обработки 850 °С и времени выдержки 7 мин. Меньшее значение микротвердости при температуре обработки 750 °С при той же длительности обработки объясняется, скорее всего, образованием значительного количества остаточного аустенита в структуре стали.

В таблице 1 приведены результаты исследований изменения шероховатости после электролитно-плазменной нитроцементации. В исходном состоянии Ra имеет значение 0,02 мкм. После электролитно-плазменной нитроцементации с разными параметрами процесса значение среднего арифметического отклонения профиля увеличивается в десять и более раз. Однако, по данным [14], такие изменения шероховатости поверхности позволяют применять электролитно-плазменную нитроцементацию для обработки деталей, работающих в условиях трения.

Таблица 1. **Зависимость Ra от параметров электролитно-плазменной нитроцементации**

Время обработки, мин	Температура, °С	Ra, μm	Класс шероховатости [14]
5	750	0,29	9
7		0,40	8
5	850	0,46	8
7		0,74	7

После проведения исследований микроструктуры и определения состава модифицированного слоя, образцы подвергли механической шлифовке и полировке с использованием алмазных паст. На рисунке 5 приведен фрагмент микроструктуры поверхностного слоя, находящегося под карбонитридным слоем. Изображение получено на растровом электронном микроскопе. Наличие равномерно распределенных темных областей диаметром 150÷170 μm на поверхности стали связано с тем, что при увеличении напряжения свыше критического происходит разогрев электролита, а у поверхности изделия образовывается парогазовая оболочка, состоящая из смеси жидкого и парообразного электролита, ионов и электронов растворенных веществ в электролите и пузырьков с газом. Газ, содержащийся внутри пузырьков, состоит из смеси кислорода, водорода и азота. Вследствие высокой температуры, пузырьки газа мгновенно расширяются, создавая ударную волну, часть энергии которой частично рассеивается в электролите. Разрушение пузырька сопровождается процессом, похожим на явление кавитации. В образовавшейся полости присутствуют ионы, находившиеся в парогазовой оболочке. Происходит процесс взаимодействия атомов изделия с ионами и другими атомами газа с высокой температурой. Поверхность стальной детали модифицируется.

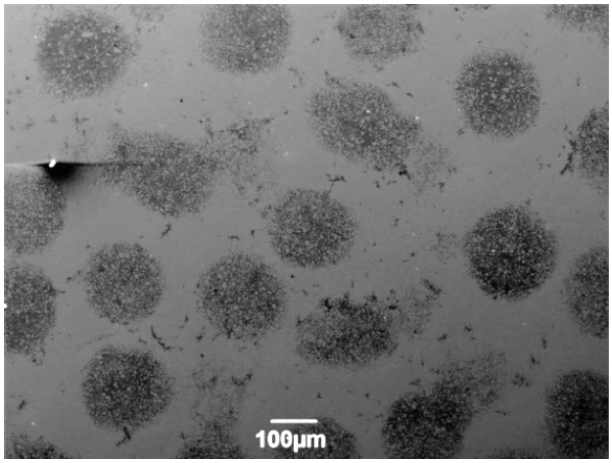


Рис. 5. Фрагмент микроструктуры поверхностного слоя стали 34ХН1М после электролитно-плазменной обработки

Выводы:

Таким образом, проведенные исследования показали, что обработка конструкционной стали 34ХН1М электролитной плазмой позволяет получить модифицированные поверхностные слои, в которых произошло химическое насыщение элементами, содержащимися в электролите.

После электролитно-плазменной нитроцементации, по данным рентгеноструктурного анализа, в поверхностных слоях выявлены новые фазы: γ-фаза на основе Fe, нитрид железа FeN, мартенсит FeC повышенной тетрагональности и азотистый мартенсит $FeN_{0,095}$.

Электролитно-плазменная нитроцементация с последующей закалкой в потоке электролита позволяет повысить микротвердость поверхностных слоев стали 34ХН1М в 1,3 – 2 раза по сравнению с исходным значением.

Увеличение шероховатости поверхности стали 34ХН1М после электролитно-плазменной нитроцементации соответствует нормам, предъявляемым к деталям, работающим в условиях трения.

Настоящая работа выполнена при финансовой поддержке Государственного учреждения «Комитет науки Министерства образования и науки Республики Казахстан» в рамках Договора №271 от 12.02.2015 года по теме «Моделирование и расчет физико-химических процессов при электролитно-плазменной обработке конструкционной стали».

ЛИТЕРАТУРА

1. Суминов И.В., Белкин П.Н., Эпельфельд А.В. [и др.] Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов.– Москва: Техносфера, 2011.– 464 с.

2. Куликов И.С., Ващенко С.В., Каменев А.Я. Электролитно-плазменная обработка материалов.– Минск: Беларус. навука, 2010.– 232 с.

3. Погребняк А.Д., Тюрин Ю.Н., Бойко А.Г., Жадкевич М.Л., Калышканов М.К., Рузимов Ш.М. Электролитно-плазменная обработка и нанесение покрытий на металлы и сплавы // Успехи физ. мет.– 2005.– Т.6.– С. 273–344.

4. Meletis E.T., Nie X., Wang F.L. Electrolytic plasma processing for cleaning and metal-coating of steel surfaces // Surface and coating technology/– 2002.– Vol. 150.– P. 246 - 256.

5. Jiang Yong-feng, Bao Ye-feng, Yang Ke Effect of C/N Concentration Fluctuation on Formation of Plasma Electrolytic Carbonitriding Coating on Q235 // Journal of Iron and Steel Research, International.– 2012.– Vol. 19(11).– P. 39-45.

6. Mehdi Karimi Zarchi, Mohamad Hosein Shariat, Seyed Abolghasem Dehghan, Soheil Solhjoo Characterization of nitrocarburized surface layer on AISI 1020 steel by electrolytic plasma processing in an urea electrolyte // Journal of Materials Research and Technology.–2013.– Vol. 2(3).– P.213–220.

7. Jiang Y., Geng T., Bao Y., Zhu Y. Electrolyte-electrode interface and surface characterization of plasma electrolytic nitrocarburizing // Surface and Coatings Technology.– 2013.– 216.– P. 232-236.

8. Yongfeng Jiang, Ting Geng, Yefeng Bao, Yanhua Zhu Electrolyte-electrode interface and surface characterization of plasma electrolytic nitrocarburizing // Surface & Coatings Technology.– 2013.– Vol. 216.– P. 232–236.

9. Mazhyn Skakov, Lyaila Bayatanova, Michael Scheffler Effect of Electrolytic-plasma Carbonitriding on Structure and Microhardness of 18CrNi3Mo Low Carbon Steel // Applied Mechanics and Materials.– 2013.– V. 379.– P. 101-104.

10. Зубченко А.С., Колосков М.М., Каширский Ю.В. и др. Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп. и испр.– М.: Машиностроение, 2003.– 784 с.

11. Скаков М.К., Парунин С.В., Веригин А.А., Фурсов А.В., Сапатаев Е.Е., Курбанбеков Ш.Р. «Установка электролитно-плазменной обработки», Патент №878, опубл. 15.11.2012, Бюл. №11.

12. Skakov M., Yerygina L., Scheffler M. Phase Composition and Microhardness of Surface Layers 34CrNi1Mo Steel after Electrolytic-Plasma Processing // Applied Mechanics and Materials, Vols. 446-447 (2014), pp 142-145

13. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. / Под ред. И. Н. Жестковой.- 8-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 2001.- 912 с.

REFERENCES

1. Suminov E.I., Belkin P.N., Epelpheld A.B. [et al.] Plazmennoelektroliticheskoe modificirovanie poverhnosti metallov i splavov.– M: Technosfera, 2011.– 464 s.

2. Kulikov I.S., Vaschenko S.V., Kamenev A.Ya. Elektrolitno-plazmennaya obrabotka materialov.- Minsk: Belarus. navuka, 2010.- 232 s.

3. Pogrebnyak A.D., Tyurin Yu.N., Boyko A.G., Zhadkevich M.L., Kalyshkanov M.K., Ruzimov Sh.M. Elektrolitno-plazmennaya obrabotka i nanesenie pokrytiy na metally i splavy // Uspehi fiz. met.- T.6.- 2005.- S. 273-344.

4. GOST 8479-70 Pokovki iz konstruktsionnoy uglerodistoy i legirovannoy stali. Obschie tehnicheskie usloviya.- M.: Izdatelstvo standartov, 1986.

4. Meletis E.T., Nie X., Wang F.L. Electrolytic plasma processing for cleaning and metal-coating of steel surfaces // Surface and coating technology/– 2002.– Vol. 150.– P. 246 - 256.

5. Jiang Yong-feng, Bao Ye-feng, Yang Ke Effect of C/N Concentration Fluctuation on Formation of Plasma Electrolytic Carbonitriding Coating on Q235 // Journal of Iron and Steel Research, International.– 2012.– Vol. 19(11).– P. 39-45.

6. Mehdi Karimi Zarchi, Mohamad Hosein Shariat, Seyed Abolghasem Dehghan, Soheil Solhjoo Characterization of nitrocarburized surface layer on AISI 1020 steel by electrolytic plasma processing in an urea electrolyte // Journal of Materials Research and Technology.–2013.– Vol. 2(3).– P.213–220.

7. Jiang Y., Geng T., Bao Y., Zhu Y. Electrolyte-electrode interface and surface characterization of plasma electrolytic nitrocarburizing // Surface and Coatings Technology.– 2013.– 216.– P. 232-236.

8. Yongfeng Jiang, Ting Geng, Yefeng Bao, Yanhua Zhu Electrolyte-electrode interface and surface characterization of plasma electrolytic nitrocarburizing // Surface & Coatings Technology.– 2013.– Vol. 216.– P. 232–236.

9. Mazhyn Skakov, Lyaila Bayatanova, Michael Scheffler Effect of Electrolytic-plasma Carbonitriding on Structure and Microhardness of 18CrNi3Mo Low Carbon Steel // Applied Mechanics and Materials.– 2013.– V. 379.– P. 101-104.

10. Zubchenko A.S., Koloskov M.M., Kashirskiy Y.V. i dr. Marochnik staley iz splavov. 2-e izd., dop. i ispr.- M.: Mashinostroenie, 2003.- 784 s.

11. Skakov M.K., Parunin S.V., Verigin A.A., Fursov A.V., Sapataev E.E., Kurbanbekov Sh.R. Ustanovka yelektrolitno-plazmennoi obrabotki, Patent 878, opubl. 15.11.2012, byul. №11.

12. Skakov M., Yerygina L., Scheffler M. Phase Composition and Microhardness of Surface Layers 34CrNi1Mo Steel after Electrolytic-Plasma Processing // Applied Mechanics and Materials, Vols. 446-447 (2014), pp 142-145

13. Anurev V.I. Spravochnik konstruktora-mashinostroitelya: V 3 T. / Pod red. I. Zhestkovoy.- 8-e izd., pererab. i dop.- M.: Mashinostroenie, 2001.- 912 s.

Ерыгина Л.А., Сқақов М.К.

Конструкциялы болаты электролиттің плазмасымен нитроцементтеу

Түйіндеме. Жұмыс 34ХН1М конструкциялық болатқа арналған 750 - 850 °С температурамен және 5 – 7 минут ұзақтылықтағы режимдер кезінде құрамында 25 % карбамид ($(NH_2)_2CO$), 10 % глицерин ($C_3H_8O_3$) и 15 % натрий карбонаты (Na_2CO_3) бар су ерітіндісін электролит ретінде пайдаланумен электролитті-плазмалық нитроцементтеуді қолдану мүмкіндігін зерттеуге және жақсартылған пайдалану сипаттары бар үстіңгі қабаттарды алуға арналған. Электролитті плазмамен өңдеуден кейін 34ХН1М конструкциялық болаттың үстіңгі қабатының фазалық құрамы, микроқұрылымы, микроқаттылығы және кедір-бұдырлығының өзгеруі туралы мәліметтер алынған болатын.

Негізгі сөздер: электролитті-плазмалық нитроцементтеу, модификацияланған үстіңгі қабаты, фазалық құрамы, микроқұрылым, микроқаттылық, кедір-бұдырлығы, конструкциялы болат.

Yerygina L., Skakov M.

Carbonitriding of structural steel by electrolyte plasma

Summary. The article is devoted to study of possible application of electrolyte-plasma carbonitriding using aqueous solution containing 25 % carbamide ($(NH_2)_2CO$), 10 % glycerin ($C_3H_8O_3$) and 15 % sodium carbonate (Na_2CO_3) as a electrolyte under the modes lasting 5 – 7 minutes and the temperature 750 - 850 °C for structural steel 34CrNi1Mo; obtaining coating surfaces with advanced operating characteristics. The data are received on changes in

phase composition, microstructure, microhardness and surface roughness of structural steel 34CrNi1Mo after it was processed with electrolyte plasma.

Key words: electrolytic-plasma carbonitriding, modified layer, phase composition, microstructure, microhardness, surface roughness, structural steel.

ӘОЖ 91:801.311 (574)

Қ.Т. Сапаров, А.Е. Егинбаева
(Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Астана, Қазақстан Республикасы, k.sapar67@yandex.ru)

САРЫАРҚАНЫҢ ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАРЫН АНЫҚТАУДАҒЫ ҚОЛДАНБАЛЫ ТОПОНИМИКАНЫҢ РӨЛІ

Аңдатпа. Топонимикалық зерттеулер өте күрделі, көбінесе география, тарих, лингвистика, ал кейде археологиялық салалардағы білімдерді қажет етеді. Көптеген топонимдер жергілікті геологиялық құрылым, тау жыныстардың құрамы, пайдалы қазбалардың және т.б. өзіндік белгісі болып табылады. Топонимиканың қолданбалы мәселелері геологиямен тығыз байланысы бар қазақтың географиялық атауларын зерттеуде маңызды рөл атқарады. Пайдалы қазбалардың жергілікті топонимдерде бейнелеуінде, тарихи-археологиялық геологиялық негіздеме бар. Сонымен қатар кен қазба, байлықтарға байланысты топонимдер жүйесі географиялық атауларды маңызды сипаттармен толықтырып, геологтарға кен көздерін ашу кезеңдерінде қажетті дәрежеде мағлұмат бере алады.

Түйін сөздер: топонимдер, археонимдер, пайдалы қазбалар, геология, көне кен орындары, металлургия, геоморфология.

Кез келген ғылым өзінің ішкі заңдылықтарымен дамиды және бірнеше ғылымдардың тоғысында пайда болған ғылымның міндетті түрде қолданбалы бағыты болуы шарт. Топонимиканың географиялық бағыттағы қолданбалы мәселелеріне жатады: алдын-ала зерттеу кезеңінде минералды-шикізаттық ресурстарды топонимикалық болжау; табиғат пен қоғамның экологиялық-топонимикалық мәселелері; қолайсыз геоморфологиялық және гидрологиялық үрдістерді болжау; топонимикалық картографиялау. Оларды зерттеу географиялық қабықтың табиғатын тануда күрделі үрдісін түсінуге және бұл мәліметтерді халық шаруашылық міндеттерді шешуге көмектеседі.

Қолданбалы топонимиканың географиялық мәселелерін зерттей отырып, біз М.М.Голубчик, С.П.Евдокимова, Г.Н.Максимова, А.М.Носованың, Х.Л. Ханмогомедовтың көзқарастарына сүйендік. Олар өз кезегінде ағылшын географы Питер Хаггеттің ойларын жетекшілікке алып, жаратылыстану мен қоғамдық ғылымдардың түйісінде орналасқан география қалыптасқан түсініктерден бас тартуды және адамның қоршаған ортамен қарым-қатынасына, олардың кеңістіктік қарым-қатынастарына, сонымен бірге аймақтық құрылымдарға көңіл аударуды талап ететінін жазады. «География – табиғи орта мен адам өмір сүру жағдайларын аймақтың күрт айырмашылықпен қоғам игілі үшін әркелкі таралуымен айналысатын ғылым [1, 25 б.].

Әлемдегі әр ұлттың өз тарихында кие тұтатын географиялық орындар бар. Ол жерлердің киелігі сол халықтардың шығу ошағы немесе ұлттық мәдениеттің ошағы, елдіктің ошағы болуына байланысты болса керек. Қазақ халқының тарихында осындай жерлер өте көп. Сарыарқа өңірінің Ұлытауы мен Көкшетау, Қарқаралы, Қызыларай мен Шыңғыстау, Баянаула мен Ерейментау жерлерін ерекше атауға болады.

Арқаның шығыстағы шекарасы Балқаш көлінің солтүстік шығыс шетінен Шаған, Аягөз өзендерінің және Ханшығыс, Шыңғыстау жоталарына дейін, батыстан шығысқа қарай 1200 км созылып жатыр. Ені батысында – 900 км, шығысында – 400 км. Ауданы 1 млн. км² жуық. Қарағанды, Ақмола облыстарымен бірге Павлодар, Шығыс Қазақстан облыстарының аздаған бөлігін қамтиды. Ұлан байтақ қыратты жазық дала мағынасына саяды [2, 7 б].

Топонимикалық зерттеулер өте күрделі, көбінесе география, тарих, лингвистика, ал кейде археологиялық салалардағы білімдерді қажет етеді. Көптеген топонимдер жергілікті геологиялық құрылым, тау жыныстардың құрамы, пайдалы қазбалардың және т.б. өзіндік белгісі болып табылады. Сондықтан, осындай терминдерді тұжырымдау үшін геологияны білу керек, геологиямен тығыз байланысы бар қазақтың географиялық атауларынан көптеген геологиялық ақпарлар алуға болады.

Кең жазиралы өлкеде ғасырлар бойы қазақ халқы өзін қоршаған ортаны түсінудің қазақ тілінде жүйесін құрған. Бұл жүйеде бедер морфологиясының, гидрография, топырақты-өсімдікті жабын,

жануарлар әлемінің, көбінесе тау жыныстардың құрылымы мен пайдалы қазбалар түрлерінің ерекшеліктері бейнеленген [3, 25 б.].

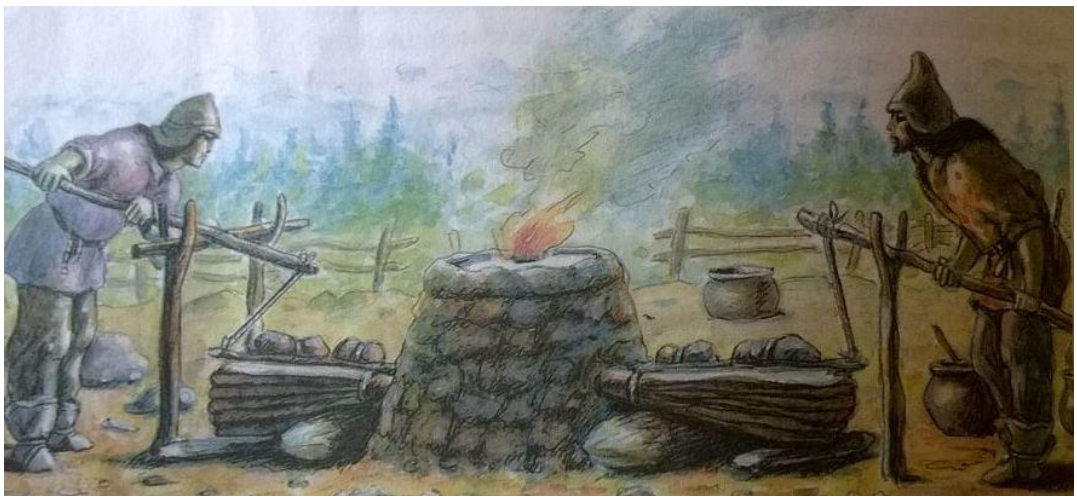
Қола дәуірі кезеңінде тау-кен ісі мен металлургия өндірістің көлемді формалары жетіліп мал шаруашылығымен қатар жетекші шаруашылық салаларына айналды. Қазақстанның мыс пен алтынның Отаны деген ақпарлар Геродоттың еңбектерінде де бар.

Ә.Х. Марғұлан: "Ежелгі Сарыарқа аумағындағы тау-кен ісі мен металлургиялық индустрияның пайда болуымен дамуы Жезқазған, Солтүстік Балқаш маңы, Қарқаралы, Баянауыл және Қарағанды далаларында шоғырланған мыс, қалайы, қорғасын, алтын кендерінің бай кен орындары және ірі массивтерімен негізделген. Осы қазыналардың арқасында б.з.д. екінші мыңжылдықта Орталық Қазақстан Еуразия континентіндегі тау-кен ісі мен металлургия орталығына айналды, онда мыс пен алтынды тек қана жергілікті халықтың қажеттіліктеріне ғана емес,сонымен бірге кеңінен тайпааралық айырбаспен экспорт үшін де өндіре бастады", – деп жазды.

Бұл таңқаларлық қорытынды Орталық Қазақстандық археологиялық экспедиция материалдары бойынша жасалды, оны отыз жыл бойы академик Ә.Х. Марғұлан басқарды. Біздің арғы бабамыз – Сарыарқа тұрғындары көпжылдық тәжірибесінің нәтижесінде кеннен алғашқы металл – мыс қорытуды үйренді [4, 4 б.].

Металлургиямен айналысатын ғалымдар арасында алғашқы металл жер бетінің қай өңірінде өндіріле бастағаны жөнінде пікір таласы бар. *"Жез"* сөзі санскрит, көне грек, латын, гот тілдерінде дыбысталуы тұрғысынан да, мағынасы тұрғысынан да "жез" қалпында қолданылған. Кейін римдіктер Кипр аралын жаулап алғаннан кейін, ол жерді жездің мол қорын "Купрум" деп атаған. "Ғалымдар бұрынғы-соңғы дәстүр бойынша қалайының отанын Кавказ бен Иранннан іздеп келді", – деп Ә. Марғұлан жазады. Осы уақытқа дейін Қазақстандағы Қалба, Нарын тауларындағы қалайы өндірген алып кен орны сияқты немесе Бетбақдаланың солтүстігіндегі *Қалайықазған* деп аталатын көне кен орны сияқты орындар Кавказда ұшыраспайды [4, 5 б.].

Орталық Қазақстандық археологиялық экспедициясы ежелгі қазба орындарының көп болғандығын дәлелдеп, көптеген балқыту пештері зерттеліп, кен қазушылармен металлургтердің ежелгі қоныстарының орны ашылды және бұл жер асты қазыналы елінде ежелгі металлургиялық өндіріс тарихын қалпына келтіретін түбегейлі зерттеулер деуге болады. Зерттеу нәтижелері ертедегі металлургиялық индустрияның біршама дамығанын аңғартады (сурет 1).



1-сурет. Үрлеу әдісімен шикі темір қорытатын қазандық

Ежелгі қазбалар барлық Орталық және Солтүстік-Шығыс Қазақстан бойынша кең жолақ түрінде таралып, дала зонасы бойынша Көкшетау тауларынан Бетпақдала шөлдеріне дейін, Майқайыңнан Солтүстік Балқашқа дейін созылған. Мұнда көптеген кен орындары, үйінділер, қазындылармен шахталар сақталған. Олардың ішінде ірі кен орындары – Жезқазған, Қаражал кешендері, Солтүстік Балқаш маңы, Қарқаралы, Баянауыл, Қарағанды далалары, Солтүстік Бетпақдала кен орындары болып табылады. Бұл елді мекендердегі қабаттарда үрме пештер, тау кен құралдары, қалдықтар, құйма пішіндері, сұрыпталған кендердің үйінділері, ежелгі жасанды су қоймасы, бөген мен тоғандар түрінде жеткен байыту және флотация орындары анықталған. Елді

мекендер маңындағы мазарларды қазған кезде қоладан жасалған – көптеген еңбек құралдары, соғыс қарулары және тұрмыстық бұйымдар табылған [5, 342 б.].

Қола дәуірінде Сарыарқа аумағында орналасқан кенді байыту орындарын негізінде ежелгі балқыту орталықтарының жанында орналастыратын. Бұл жағдай өндіріс үрдістерінің кешенді сипатта болғанын растайды (кенді байыту және балқыту бірге болған).

Ертеде кенді өңдеудің бастапқы кезеңі кеншілер және қазба жұмыстары жүргізілген жақта, су көздері (көлдер, өзендер, құдықтар, жасанды су тоғандар мен бөгендер) маңында өткізілді. Өзен арналары гранит жақпарларынан тұратын өзен қабырғаларына орнатылған бөгеттермен қоршалған болатын. Қарқаралы және Баянауыл далаларында бөгеттер топтамасы ашылып зерттелген.

Ежелгі балқыту орталықтары Жезқазған, Сарысу өзенінің аңғары, Солтүстік Балхаш маңы, Қарқаралы және Баянауыл далалары, Солтүстік-шығыс Қазақстан жататын ірі тау-кен аумағының, ірі кен қазбалары маңына жұмылдырылған. Мұнда мыс, қалайы, алтын, қорғасын және басқа да металлдардың ежелгі кен қазбаларының көптеген орындары сақталды. Ежелгі қазбалардың, балқыту пештерінің санының көп болуы, сонымен қатар металдан жасалған заттардың көптеп табылуы Сарыарқа өңірінің аумағында қола дәуірі кезеңінде металлургиялық индустрияның даму ауқымын көрсетеді.

Ежелгі кен қазбалары мен көптеген балқыту орталықтарының анықталуы қола дәуірінде металл өнім көлемі елеулі болғанын растайды. *Жезқазған, Кенқазған, Алтынтөбе, Саяқ, Қарқаралы, Баянауыл, Майқайың, Қарағанды* және басқа да көптеген қазбаларының жойқын үйінділері Орталық Қазақстанның жер қойнауынан орасан зор көлемді кеннің шығарылуын және мыс, қалайы, алтын, күкірт, күміс, қорғасын, сүрменің балқытылуы, сонымен қатар қола дәуірдің аяғында – никель, марганец және темірдің балқытылғаны дәлелденді. Кіші көлемді, терең емес көне шұңқырлармен қатар көптеген ірі ашық және жерасты қазбалары табылды. Олар көбінесе топтасып, 3-4 км-ге созылатын ұзын тізбектер түрінде кездеседі. Өзінің негізгі шектерінде бұл қазбалар қола дәуірінің дамыған кезеңіне жатады. Ірі қазбалар осы кезеңде тау-кен жұмыстарының жойқын дамуын және тайпа экономикасының даму деңгейін көрсетеді. Бұл дәуірде ұзын ашық қазбалар жер асты қазбаларымен үйлесіп, сонымен қатар күрделілігімен және алуан түрлілігімен ерекшеленеді. Өндіру үдерісінің қарапайымнан жетілген формаға дейін дамуын кез келген көне ірі қазбалардан көруге болады [6, 164 б.].

А.Х. Марғұлан: «Орталық Қазақстан қазбалары өз тарихын шағын ашық шұңқырлардан бастап жүздеген жылдар ағымында күрделі кеніштер корпорациясына ұласты деп жазды.

Орталық Қазақстанның көптеген ескі қазбаларында жер бетіне шығатын жолдары бар вертикальді және еңістенген қазбалардың қалдықтары бар шахталардың пішіндері, сонымен қатар жер бетіне шығатын жолдары бар жер астындағы горизонталь және еңіс штрек, квершлаг түріндегі қазбалары сақталған.

Қола дәуірінде Сарыарқа аумағында көлемі, кенді өндіру және металлды балқыту қарқындылығы бойынша ірі металлургиялық орталықтарға Баянауыл және Қарқаралы аудандарын жатқызуға болады.

Академик А.Х. Марғұлан: «Ежелде Сарыарқа өңірінде тау-кен ісі мен металлургияны дамыту үшін жер шарының басқа жерлерінде кездеспеген керемет мүмкіндіктер туындады. Ол ең алдымен, Орталық Қазақстанның оңтүстік ендіктерінде және Сарыарқаның солтүстік-шығыс бөлігінде мыстың, қорғасынның және полиметаллдардың ірі бай кен орындарының болуы. Ежелгі қазбалардың негізгі тораптары мыс, қорғасын және басқа да металл кендері өндірілетін Қарқаралы және Баянауыл далаларында, Балқаштың солтүстік маңында, Жезқазғанда, Қарағанды және Атасу тораптары болды. Бұл аймақтарда ең алғашқы металл (мыс) пайда болып, қола дәуірінің мәдениеті қалыптасты» – деп жазды [6, 165 б.].

Кенді өндіру мен балқыту жұмыстарымен металлургия мен тау-кен ісінде білімдері мен тәжірибелері бар адамдар айналысқан. Ежелгі кен қазбалар мен кенді байыту және балқыту жұмыстарының ауқымды көлемде жүргізілгенін басқаша қалай түсіндіруге болады? Кен қазбаларының Сарыарқаның ауқымды жерінде, тіпті Бетпақдала шөлінің орталығына дейін таралуы сол кездегі тайпа одақтарының мәдени-экономикалық дамуының қарқынын көрсетеді.

Археологиялық экспедиция деректері бойынша Орталық Қазақстанның шығыс бөлігінде ежелгі металлургия мен тау-кен ісінің орталықтарының бірі – Баянауыл өңірі болғаны дәлелденді.

Ежелгі мыс өндіру жұмыстарының көлемді іздері Баянауылдан оңтүстік шығысқа қарай – 50 *км* жерде орналасқан *Жосалы* кен орнында ашылған [7, 11 б.].

Баянауыл тауларының солтүстік жағында ең ірі кен орындары Сарыадыр тобы немесе Александровский кен орны орналасқан, ол басты Баянауыл жотасының солтүстік етегінде Баянауылдан солтүстікке қарай 25 км жатыр, мұнда мыс кендерінен басқа алтын, күміс және қорғасын өндірілді. *Сарыадыр* – бұл үлкен шұңқырмен үйінділер тәрізді жүздеген метрге созылған көптеген кен орындары.

Баянаула – Орталық Қазақстанның көне металлургиясы дамыған ошақтарының бірі. Бұл өңірдің тұрғындары қола дәуірінің өзінде кен өндіру әдісін игерді. Жер бетінде кен алынған орыннан тысқары жерде, әдетте көктемде, су ағатын жыраларда және су жинау үшін арнайы қазылған ұраларда руда тас балғамен және кен уатқышпен уатылып, кейін жуылатын болған. Су руданы «сулап» байыту үшін және әуел бастан-ақ қазба тастан айыру үшін қажет еді. Әбден уатылған руда ағаш күрекпен немесе ірі малдың жауырынымен жиналып алынып, тері қапқа салынып, қоныстағы қорытатын жерге тасылды. Көне руда өндірушілердің мекендері *Милықұдық, Бестөбе, Сорқұдық, Айнакөл, Жолымбет, Ескіжұрт, Жосалы, Тағыбай бұлақ, Суықбұлақ, Мырзашоқы, Бұғылы, Шортанды бұлақ, Есіл* өзенінің бойында көзге түседі. Отпен уатумен қатар үңгіме де пайдаланылды, оның ізі Жезқазған маңында сақталған. Ежелгі руда қазушылар ірі рудалы тастың астын үңгіп қазатын болған, содан кейін кварцит балғамен соққылап, асты үңгіленген руданы түсірген. Руда өндіріліп, уатылған жерлерде металдан, тастан, сүйектен жасалған көптеген кең құралдары – төрт қырлы қола балға шоттар, тас құралдардан: ауыр қайлалар, руданы үгітетін келсаптар, келілер, сондай-ақ сүйек, ағаш құралдар, мал мүйізінен жасалған балғалар, руданы қапқа салатын мал жауырындары, ағаш күректер табылды. Қола дәуірінің қоныстары бір-біріне өте ұқсас, тек болмашы өзгерістер жергілікті жер райына немесе кей жағдайда кейбір тайпалардың тұрмыстарына қатысты болды [8, 80 б].

Ежелгі қазба орындары Баянауыл далаларының солтүстігімен солтүстік шығысындағы Кайдауыл және Жамантұз бекеттерінің маңымен Майқайың және Екібастұздың жанында орналасқан. Бұл ауданда мыс кені бар екі ескі шұңқыр түрінде көрінген ежелгі *Қайрақтас* кен орны, кейде мысты жасыл не көк басқан порфирдегі *Жосалы* мыс кендері бар үйінділі ескі кен орындары *Ақбидайық* және *Қарабидайық* қоныстарында орналасқан. Олардан батысқа қарай Майқайында атақты *Алтынқазған* және *Балаарқалық* кен орындары орналасса, батысқа және солтүстік батысқа қарай Екібастұз ауданында *Қызылқайнар, Қызылқұдық, Елемес, Екітөбе* мыс кен орындары жатыр. Екібастұздан батысқа қарай Шідерті өзенінің бойында мыс кендері бар ескі шұңқырлары сақталған *Жанғабыл, Шақшан* және *Жамбасқұдық* ескі кен орындары орналасқан. Баянауыл тауларынан батысқа қарай орналасқан ежелгі кен орындарынан ең белгілері *Мырзашоқы, Сарытөбе* және *Шақпақтас.* Олардың біріншісі Баянауылдан оңтүстік батысқа қарай – 10 км, екіншісі - 23 км, ал үшіншісі – 45 км жерде орналасқан. Ең ірісі *Шақпақтас* кен орны болып табылады. Мұнда аса қуатты үйінділері бар 40 шұңқырлар бар, олар аласа таулардың шыңдары мен барлық беткейлерін алып жатыр [6, 166 б.].

Қола дәуірінің қазбаларына Баянауыл ауданының Әулиелі Қызылтау тауларында бір-бірінен ұзақ емес қашықтықта орналасқан *Жосалы* және *Үрпек* кен орындары жатады.

Жосалы – Әулиелі Қызылтау тауының солтүстік шығыс жағындағы жазықтықта орналасқан ұзындығы – 9 км созылған атақты мыспен алтынның кен орны. Мұнда қола дәуірінің әр кезеңінде өндірілген шұңқырлар тізбегі орналасқан. Қазбалар Жосалы көлінің маңында орналасқан, онда мыс кенін байыту және ұсақтау орны және жанымен қазылып көмілген ірі гранит плиталарынан құралған бөгеннің қалдықтары сақталған.

Үрпек – Баянауыл ауданы Южный совхозының аумағында Көктас Жартас кен орнынан – 30 км солтүстікке қарай орналасқан Әулиелі Қызылтау тауының оңтүстік батыс беткейлерінде орналасқан соңғы қола дәуірінің қазбалары. Бұл шымдалған терең шахталық өзегі бар кеніш. Қазақтар оны *Шыңырау* деп атайды (түбі жоқ құз).

«Бұл көп еңбекті қажет етпейтін дайын байлық, өткен ғасырда тау кен ісімен айналысушы көпестердің қызығушылығын тудырды» - деп жазады, Ә.Х. Марғұлан. Жезқазған, Баянауыл және Қарқаралы аудандарының ежелгі үйінді кендері Попов, Ушаков және басқа да өндірістердің балқыту зауыттары үшін негізгі шикізат базасы ретінде жұмсалды. XIX ғасырдың ортасында С. Попов Жосалының ежелгі үйінділерін пайдалану үшін Иоанн-Предтеченск мыс балқыту зауытын салды [6, б.163].

Осылайша, Орталық Қазақстан археологиялық экспедициясының көпжылдық зерттеулері нәтижесінде Сарыарқада ежелгі металлургиялық өндірістің дамуының негізгі аудандары зерттелген. Олардың қатарында қазіргі Баянауыл маңындағы ежелгі металлургия ескерткіштері де жатады [7, 11 б.].

Байтақ дала төсін мекен еткен ұрпақ көшпелі мал шаруашылығының ырғақты жүйесіне түскенге дейін отырықшы болып келгені Андрон, Беғазы-Дандыбай мәдениетінің айғақтарынан аян. Бір ғана Орталық Қазақстан өңіріндегі *Жезқазған, Саяқ, Ақшатау, Кеңгір (Кен үңгір), Мыңшұңқыр, Қырықққұдық, Милықұдық, Сорққұдық, Айнакөл, Бестөбе, Жосалы* сияқты жер аттары сол алыс заманның қам-қаракетінен қалған жаңғырық, белгі іспеттес [5, 166 б.].

Археологиялық және тарихи зерттеулер Ұлытау төңірегінде қайнаған өмірдің, гүлденген мәдениеттің, талғампаз өнердің көне заманнан бері қарай үзілмей жалғасып жатқанын айғақтап берді. Біздің заманымыздан көп бұрын Ұлытау өңірінде кен-қазба жұмыстарының айрықша дамығанына нақтылы айғақ-дәлелдер бар. Арабтың белгілі географы әл-Идрисидің жазуы бойынша Ұлытау төңірегінен өндірілетін алтын, күміс, жез сияқты тауарларды Шаштың (Ташкент) саудагерлері арзан бағаға алып, әйгілі Ұлы Жібек жолының бойындағы керуеншілерге еселеп сататын болған. Бұл тауарлар одан әрі Батыс пен Шығыстың елдеріне тарап отырған [9, 221 б.].

Торғай-Ұлытау өңірінде кездесетін *Үлкен Жезді, Бала Жезді, Жезді кенті, Жезқазған қаласы, Алтыншоқы тауы, Кішіборлы көлі, Шақпақ тауы, Көміртас қыраты, Теміркөл және Тастемір* қоныс атауларынан пайдалы қазба, тау жыныстарының құрамы және кен орындары жөнінде мол ақпарлар алуға болады [10, 23 б.]. Пайдалы қазбаларға бай жерлерді мекендеген біздің ежелгі ата-бабаларымыз (көне түрік халықтары) атауын берген топонимдерді әлеуметтік-тарихи және экономикалық тұрғыда зерттеу лайықты деп білеміз.

«Орталық Қазақстан ескерткіштерінің мағлұматтары бұл жерде қола дәуірінен кейін, біздің заманымызға дейінгі XIII-XII ғасырларда-ақ темірдің молынан өндіріле бастағанын спектральды анализ анықтап беріп отыр», - деп жазады академик Әлкей Марғұлан «Орталық Қазақстандағы Беғазы-Дандыбай мәдениеті» деп аталатын тамаша еңбегінде [11, 160 б.]. Ал белгілі геолог С.Х. Боллдың мағлұматы бойынша бір ғана Жезқазған төңірегіндегі көне кен-қазба орындарындағы қалдықты зерттеу арқылы біздің заманымызға дейінгі кездің өзінде-ақ миллион тоннадан астам аса бай тотыққан руданың қазылып алынғаны, одан ондаған мың тонна жездің өндірілгені анықталған [5, 114 б.].

Металл өндірісіне байланысты қазақ тілінде күні бүгінге дейін сақталған сөздердің де аңғартары мол. Кен, кеніш (жер асты қазынасы), *кенші* (руда қазушы), кен ошағы, кенқазған (рудник), *кен шоқы қалайы, қалайышы, қалайылау, қола, қолаба* (металл құймасы), *мырыш, мыршым* (мырыштан жасалатын ойын құмалағы), *қорғасын, жез* (сары жез), *мыс* (қызыл жез), *бақыр* (қара қоңыр жез), міне, осы сияқты атаулар кәсіптің тіліміздегі айғағы, жаңғырығы іспеттес.

Металл өндірісіне бірден бір қажет отын қызуы мол көмір екені мәлім. Қазақ көмірдің не екенін, оның қадыр-қасиетін есте жоқ ескі кезден білген. Бұған ең алдымен «көмір» деген сөздің өзі айғақ. Өйткені «көмір» сөзінің түп төркінінде халықтың геологиялық түсінігі жатыр. Қазақта «көм», «көму», «көмілген» деген сөздердің бәрі де не нәрсенің болсын жер қойнында болатындығымен байланысты айтылады. Ал көмірдің тек қана жер астында болатындағы белгілі.

Барлық ғұмырын Жезқазған өңірінде кен барлау саласында өткізген, академик Қ.И. Сәтбаевты сол аймақтағы жер-су, аттары өзінің геологиялық ізденістеріндегі, минералды пайдалы қазбалардың аттарымен байланысты болғандығы ерекше таңқалдырды. Мысалға алатын болсақ: *Майтөбе, Кенді, Ақтау, Борлықтау, Жезқазған, Жезді, Қорғасын, Көмірлі, Мысбұлақ, Алтынбел, Сужанар* ... Бір ғажабы осынау жерлердің бәрінен аттарына сай кен шыққан. Осыған қарап халқымызда табиғи геологиялық талант бар ма, деп қаласын.

«Пайдалы қазбалардың орнын барлау барысында Қаныш Имантайұлы тек кейінгі кезеңде ғана кең өрістей бастаған жаңа ғылым – топонимиканың әдіс тәсілдерін мол пайдаланды. Туа біткен географтар – көшпенділер өздері ғұмыр кешкен өлкедегі жер аттарын таңданарлықтай дәлдікпен және терең мәнділікпен қоя білген. Көшпендінің баласы, ойлы ғалым өзінің Қазақстан жеріндегі аса бай кен орындары туралы болжауларына дәйектемені өлкенің топонимикасынан таба алды. Мысалы, *Жезді, Кеңгір, Қорғасынтау, Теміртау, Кеңқорытқан* т.б. атауларында бұл жерлерде тау-кен ісінің ертеден өріс алғанын көрсететін айқын дәлел бар [11, 34 б.].

Көрнекті ғалым Қаныш Сәтбаевтың қойын дәптерінде мынандай жазу бар: *"Мыңшұңқыр.* Демек бұл жерде байырғы кен қазба орындары болған. Анықтау керек". *"Қаратас.* Халық ұғымында былай деп темірді емеурін етеді." *"Көктас.* Былай аталған жерде мыс бар деп топшылауға болады." "Алтынтапқан атауы – алтынның бар екенін аңғартады. Әрине тегін емес," "Жезқазған. Демек, жез өндірілген жер деген сөз". *"Жыланды.* Түсті металл рудасы бар болу керек."

Ғалым топонимиядан халықтың өмір тәжірибесімен салыстыра отырып, ғылыми негізде ұштастыра білді және *топонимиканың қолданбалы* әдісін жүзеге асырды [11, 44 б.].

Қорыта келгенде, қазақтың географиялық атаулары Қазақстанның кең байтақ территориясының ерекшеліктерін (жер бедері, гидрография, жануарлар әлемі, климат, өсімдіктер мен топырақтар) бейнелеп қана қоймай, таңқаларлық дәлдікпен олардың өте ұсақ бөліктерін, ал кейде геологиялық құрылымдар мен пайдалы қазбалардың кездесетінін көрсетеді.

Жергілікті топонимдердің маңызды ерекшеліктері болып олардың пайдалы қазба кен орындары туралы ақпараттар беруі және кен орындарын іздеудегі рөлі болып табылады. Геологиялық және басқа да карталардағы топонимдерінің өзгертіліп жазылуына жол бермеу керек. Себебі, олар ғылымда үлкен маңызы бар топонимдердің жойылып кетуіне әкеліп соғады. Керісінше, Қазақстан территориясы үшін топографиялық, геологиялық, геоморфологиялық, гидрогеологиялық және басқа да карталарды құрастыру үшін жергілікті географиялық атауларды толық және дәл анықтау жұмыстарын жүргізу керек.

Пайдалы қазбалардың жергілікті топонимдерде бейнелеуінде, тарихи-археологиялық геологиялық негіздеме бар. Кен орындарының геологиялық қорын анықтап, басқа да кен орындарын ашуға мүмкіндік туғызады. Кен қазба, байлықтарға байланысты топонимдер географиялық атауларды маңызды сипаттармен толықтырып, геологтарға кен көздерін ашу кезеңдерінде қажетті дәрежеде мағлұмат бере алады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Х.Л. Ханмогомедов. Географические направления прикладной топонимики // Вестник Удмурдского университета. – 2011. – № 3. – С. 125-128

2. Сапаров Қ.Т., Егінбаева А.Е. Сарыарқа топонимдерінің қалыптасуының тарихи-географиялық негіздері // Торғай өңірінің тарихи топонимикасы» респуб.ғыл.практ. конф.материалдары. – Арқалық, 2014. – 7-13 бб.

3. Бакенов М.М. Топонимику – на службу геологии // Вестник АН КазССР. – 1968. – № 8. – С. 25-29

4. Маргулан А.Х. Джезказган – Древний металлургический центр // В кн.: Археологические исследования в Казахстане. – Алма-Ата, 1973. – С. 4-9

5. Сейдімбек А. Қазақ әлемі. Этномәдени пайымдау. Оқу құралы. – Алматы: Санат. 1997. – 464 б.

6. Маргулан Д.А. Баян-Аул – один из центров древних цивилизации в Сарыарке // Матер.межд.науч.-практ.конф. «Баянаула дуаны: тұлғалары, тарихы, мәдениеті». – Қарағанды: ҚарМУ баспасы. 2006. – С. 163-167

7. Маргулан А.Х. Остатки оседлых поселений в центральном Казахстане // Археологические памятники Казахстана. – Алма-Ата, 1978. – С. 7-16

8. Алпысбес М.А., Аршабек Т.Т., Қасен Е.Б., Кейкі Е. Көне Көктау, Баянаула байтағының тарихы (Монография). – Астана: «Парасат әлемі» баспасы. 2005. – 480 б.

9. Материалы по истории туркмен и Туркмении. – М.-Л., 1939. – Том 1. – С. 221-222

10. Омарбекова А.С. Социальное и природное в формировании топонимии Улытау-Торгайского региона. Автореф. дисс. на соискание уч.степени канд.геогр.наук. – Алматы, 1999. – 28 с.

11. Маргулан А.К. Бегазы-Дандыбаевская культура Центрального Казахстана. – Алма-Ата, 1979. – С. 160

12. Сатбаев К.И. Избранные труды. – Алма-Ата, 1970. – Том 5. – С. 30-40

REFERENCES

1. Kh.L. Khanmogomedov. Geograficheskiye napravleniya prikladnoy toponimiki // Vestnik Udmurdskogo universiteta. – 2011. – № 3. – S. 125-128

2. Saparov K.T., Yeginbayeva A.E. Saryarka toponimderinin kalyptasuynyn tarikhi-geografiyalyk negizderi // Torgay onirinin tarikhi toponimikasy» respub.gyl.prakt. konf.materialdary. – Arkalyk, 2014. – 7-13 bb.

3. Bakenov M.M. Toponimiku – na sluzhbu geologii // Vestnik AN KazSSR. – 1968. – № 8. – S. 25-29

4. Margulan A.Kh. Dzhezkazgan – Drevny metallurgichesky tsentr // V kn.: Arkheologicheskiye issledovaniya v Kazakhstane. – Alma-Ata, 1973. – S. 4-9

5. Seydimbek A. Kazak alemi. Etnomadeni payymdau. Oku kuraly. – Almaty: Sanat. 1997. – 464 b.

6. Margulan D.A. Bayan-Aul – odin iz tsentrov drevnikh tsivilizatsii v Saryarke // Mater.mezhd.nauch.-prakt.konf. «Bayanaula duany: tulgalary, tarikhy, madeniyeti». – Karagandy: KarMU baspasy. 2006. – S. 163-167

7. Margulan A.Kh. Ostatki osedlykh poseleny v tsentralnom Kazakhstane // Arkheologicheskiye pamyatniki Kazakhstana. – Alma-Ata, 1978. – S. 7-16

8. Alpysbes M.A., Arshabek T.T., Kasen Ye.B., Keyki Ye. Kone Koktau, Bayanaula baytagynyn tarikhy (Monografiya). – Astana: «Parasat alemi» baspasy. 2005. – 480 b.

9. Materialy po istorii turkmen i Turkmenii. – M.-L., 1939. – Tom 1. – S. 221-222

10. Omarbekova A.S. Sotsialnoye i prirodnoye v formirovanii toponimii Ulytau-Torgayskogo regiona. Avtoref. diss. na soiskaniye uch.stepeni kand.geogr.nauk. – Almaty, 1999. – 28 s.

11. Margulan A.K. Begazy-Dandybayevskaya kultura Tsentralnogo Kazakhstana. – Alma-Ata, 1979. – S. 160
12. Satbayev K.I. Izbrannye trudy. – Alma-Ata, 1970. – Tom 5. – S. 30-40

Сапаров К.Т., Егинбаева А.Е.

Роль прикладной топонимики в определении полезных ископаемых Сарыарки

Резюме. В этой статье рассматриваются обнаруженные древние месторождения полезных ископаемых на территории Сарыарки. Выявление громадного количества древних рудных выработок и многочисленных плавильных центров, свидетельство того, что объем производства металла в эпоху бронзы был значительным. В ходе исследования грандиозные отвалы Джезказгана, Кенказгана, Алтынтобе, Саяка, Каркаралинских, Баянаульских, Карагандинских и многих других выработок свидетельствуют о том, что из недр Центрального Казахстана было извлечено огромное количество руды и выплавлены значительные объемы меди, олова, золота, цинка, серебра, свинца, мышьяка, сурьмы, а к концу эпохи бронзы – никеля, марганца и железа. А также на основе историко-археологических данных определена роль прикладной топонимики в геологических исследованиях.

Ключевые слова: топонимы, археонимы, полезные ископаемые, геология, древние рудники, металлургия, геоморфология.

Saparov K.T., Yeginbayeva A.E.

Role of applied toponymics in definition of minerals of Saryarki

Summary. In this article the found ancient mineral deposits in the territory of Saryarki are considered. Identification of enormous number of ancient ore developments and the numerous melting centers, the certificate of that the metal output during an era of bronze was considerable. During research grandiose dumps of Jezkazgan, Kenkazgana, Altyntobe, Sayaka, Karkaralinskikh, Bayanaulskikh, the Karaganda and many other developments testify that from a subsoil of the Central Kakzakhstan the huge amount of ore was taken and considerable volumes of copper, tin, gold, zinc, silver, lead, arsenic, antimony, and by the end of an era of bronze – nickel, markganets and iron are melted. And also on the basis of historical and archaeological data the role of applied toponymics in geological researches is defined.

Key words: toponyms, arkheonims, minerals, geology, ancient mines, metallurgy, geomorphology.

УДК 66.088

[1] М.К. Скаков, [2] Л.А. Ерыгина, [3]Э.Г. Батырбеков
([1]Филиал Институт атомной энергии НЯЦ РК, Курчатов, Республика Казахстан,
[2]Восточно-Казахстанский Государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Республика Казахстан,
[3]Нацинальный ядерный центр Республики Казахстан, Курчатов, Республика Казахстан,
lyuda.mila@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО АЗОТИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СТАЛИ 34ХН1М

Аннотация. Приведены результаты исследований поверхностных слоев конструкционной стали 34ХН1М после электролитно-плазменного азотирования с использованием в качестве электролита водного раствора, содержащего 30 % карбамида ($(NH_2)_2CO$) и 15 % карбоната натрия (Na_2CO_3) при режимах с длительностью 5 – 7 минут и температурой 700 – 750 °С. Определена толщина, микротвердость, износостойкость и шероховатость модифицированного слоя. Обнаружено появление новых фаз: γ-Fe и $FeN_{0.095}$.

Ключевые слова: электролитно-плазменное азотирование, модифицированный слой, микроструктура, фазовый состав, микротвердость, шероховатость, конструкционная сталь.

Для модифицирования поверхности стальных деталей используют широкий спектр технологических процессов: ионная имплантация, электрохимические технологии, термическая обработка, различные виды химико-термической обработки: цементация, азотирование, нитроцементация, борирование. Однако необходимость использования сложного технологического оборудования, высокотоксичных солей при обработке в жидкой среде, длительность процесса обработки, высокая себестоимость конечной продукции приводят к постепенному вытеснению традиционных методов обработки и внедрению новых технологий упрочнения поверхности стальных деталей [1].

Наиболее перспективным способом является скоростная электролитно-плазменная обработка поверхностного слоя детали, основанная на явлении возникновения электролитной плазмы в системе из двух электродов, погруженных в водный раствор электролита, при превышении площади одного электрода над площадью другого. Такой способ обработки позволяет получать необходимые эксплуатационные свойства поверхности при снижении энергозатрат и увеличении экологичности процесса упрочнения [2].

Процесс возникновения электролитной плазмы сопровождается нагревом поверхности обрабатываемой детали (катода) вплоть до температуры её плавления. Регулировка температуры катода возможна при проточной подаче электролита. Добавление в состав электролита азотосодержащих компонентов позволяет проводить химико-термическое модифицирование поверхностных слоев стальных деталей. Получение модифицированных поверхностных слоев с отличающимися механическими свойствами требует применения обработки с разными режимами.

В связи с вышеизложенным, целью работы является исследование изменений структуры, фазового состава, микротвердости и шероховатости поверхностных слоев конструкционной стали 34ХН1М после электролитно-плазменного азотирования при различных температурах и длительности процесса обработки.

Материал и методика эксперимента

В качестве материала исследования была выбрана хромоникельмолибденовая конструкционная сталь марки 34ХН1М, широко применяющаяся в машиностроении для изготовления дисков, валов, роторов турбин и компрессорных машин, валов экскаваторов, осей, муфт, полумуфт, шестерней, вал-шестерней, болтов, силовых шпилек и других особо ответственных высоконагруженных деталей, работающих при температуре до 500 °С [3].

Химический состав стали 34ХН1М, по ТУ 24-1-12-179-75: 0,3 – 0,4 % C; 0,17 – 0,37 % Si; 0,5 – 0,8 % Mn; 1,3 – 1,7 % Ni; 1,3 – 1,7 % Cr; 0,2 – 0,3 % Mo; не более 0,035 % S; не более 0,03 % P; остальное Fe. Зарубежные аналоги стали 34ХН1М: 2541 (Швеция), 34CrNiMo6 (Германия).

Для проведения исследований из поковок с твердостью НВ 247, согласно [4], на договорной основе с АО «Востокмашзавод» (Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск) изготовили пластинчатые образцы размером 30х30х7 мм с последующим термическим улучшением: закалкой при температуре 860 °С и отпуском при температуре 650 °С.

Перед электролитно-плазменным азотированием поверхность образцов стали 34ХН1М подвергали механической шлифовке абразивной бумагой зернистостью Р220, Р400, Р800, Р1000, Р1500, Р2000 и полировке с использованием алмазной пасты. Затем поверхность образцов обезжиривали этиловым спиртом.

Для проведения азотирования применяли водный раствор, содержащий 30 % карбамида ($(NH_2)_2CO$) и 15 % карбоната натрия (Na_2CO_3). Процесс содержал три стадии [5]:

- нагрев плазмой до температуры обработки при напряжении 320 В и плотности тока 3,3 А/см^2;
- насыщение поверхности детали азотом при напряжении 160 – 170 В, плотности тока 2,2 А/см^2, температуре 700 - 750 °С в течение 5 – 7 мин;
- закалка в потоке электролита.

Изучение микроструктуры стали 34ХН1М проводили с использованием металлографических микроскопов «ALTAMI-MET-1M» в НИИ «Нанотехнологии и новые материалы» ВКГТУ им. Д.Серикбаева и «Axiovert 200M MAT» в лаборатории металлографии Университета им. Отто фон Гуерике (Германия, г. Магдебург), а также растрового электронного микроскопа JSM-6390LV фирмы JEOL (Япония) с приставкой энергодисперсионного микроанализа INCA Energy фирмы «OXFORD Instruments» в инженерной лаборатории «ИРГЕТАС» ВКГТУ им. Д.Серикбаева.

Исследование изменений элементного и фазового состава исследуемых образцов проводили методом рентгеноструктурного и оптико-эмиссионного анализа с использованием дифрактометров Shimadzu XRD 6000 в Центре коллективного пользования Томского Государственного Университета (Россия, г. Томск) и PANalytical X'Pert Pro, а также оптико-эмиссионного искрового спектрометра SPECTROLAB в Университете им. Отто фон Гуерике.

Механические испытания на микротвердость проводили по ГОСТ 9450-76 на установке ПМТ-3М. Измерение шероховатости поверхности стальных образцов проводили на профилометре DIAVITE DH-5 во Вроцлавском Политехническом Университете (Польша, г. Вроцлав).

Результаты и обсуждение

Результаты исследований микроструктуры поверхности стали 34ХН1М методом оптической микроскопии до электролитно-плазменной обработки, приведенные на рисунке 1, показали, что в

исходном состоянии структура поверхности стали 34ХН1М имеет ферритно-перлитную структуру (рис. 1.а). После термической обработки микроструктура стали 34ХН1М представлена троостitом отпуска (рис. 1.б).

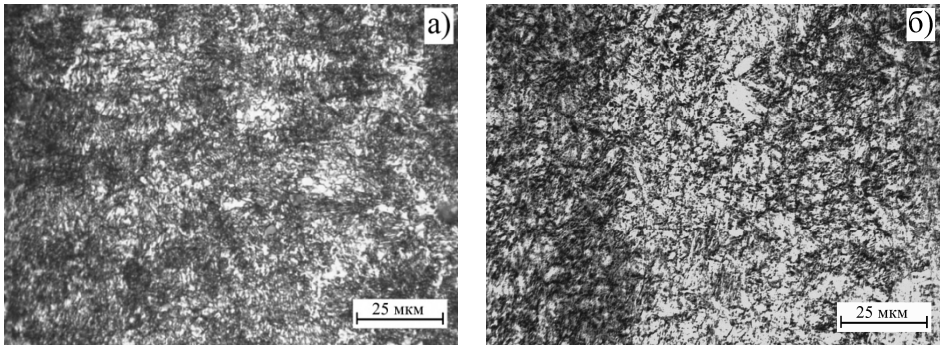


Рис. 1. Микроструктура поверхности стали 34ХН1М
а) исходное состояние, б) после термической обработки

Металлографические исследования поверхности стали 34ХН1М после электролитно-плазменного азотирования приведены на рисунке 2.

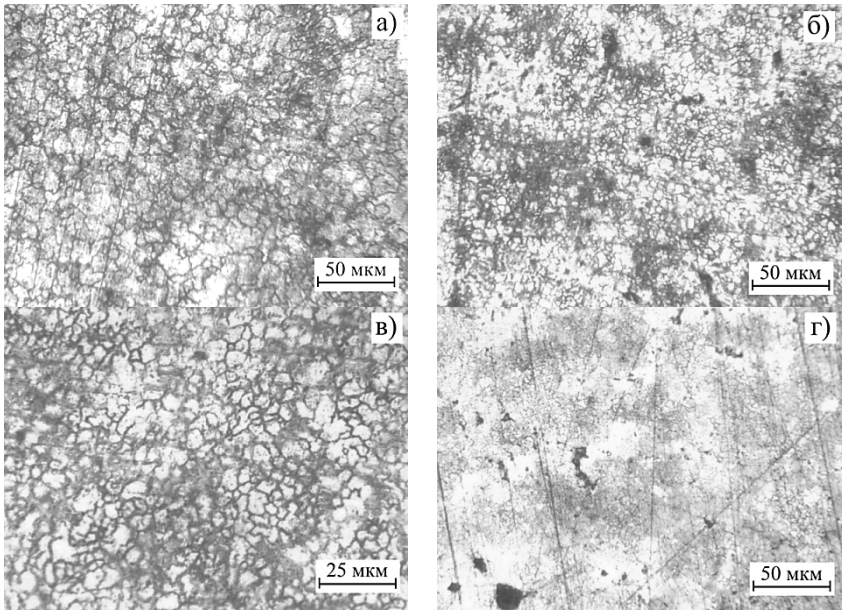


Рис. 2. Микроструктура поверхности стали 34ХН1М после электролитно-плазменного азотирования
а) 700 °С, 5 мин б) 700 °С, 7 мин; в) 750 °С, 5 мин; г) 750 °С, 7 мин

Видно, что поверхность претерпела структурные изменения. На поверхности появился белый слаботравящийся слой, представляющий собой твердый раствор внедрения азота в железо. Модификация поверхности является результатом диффузии ионов азота из парогазовой оболочки в поверхностные слои стали [6]. После обработки наблюдается уменьшение среднего размера зерен. Увеличение длительности и температуры обработки приводит к большему измельчению зерен.

Проведение процесса азотирования при температуре 700 °С – 750 °С, в области начала превращения феррита в аустенит [7], резко повышает диффузионную подвижность насыщающих элементов и, на фоне совокупности физико-химических процессов в парогазовой оболочке, позволяет сократить время обработки до 5 – 7 минут.

Результаты исследований поверхности стали 34ХН1М на растровом электронном микроскопе до и после электролитно-плазменной обработки приведены на рисунке 3. На рисунке 3 (а) приведен фрагмент поверхности после термической обработки. После полировки на поверхности присутствуют незначительные микроцарапины. На рисунке 3 (б, в) приведено РЭМ-изображение поверхности стали

34ХН1М после электролитно-плазменного азотирования при температуре 700 °С и длительности 5 минут при разных увеличениях. На поверхности присутствуют равномерно распределенные микропоры и микровыступы. Наблюдаются многочисленные округлые светлые частицы по границам зерен, предположительно являющиеся нитридами железа и легирующих элементов (рис.3 (в)). Аналогично, после электролитно-плазменного азотирования при температуре 750 °С и длительности 5 минут (рис.3 (г)).

Процесс диффузии начинается на границах зерен, так как они являются наиболее энергетически удобными местами для образования частиц новых фаз из-за присутствия дефектов кристаллического строения. Авторы работы [8] считают, что в белом слое часть атомов азота рекомбинирует в молекулы N_2, которые создают микроотверстия по границам зерен. Микроотверстия формируются затем в перпендикулярные поверхности микроканалы, через которые свободные молекулы попадают на поверхность. Это приводит к возникновению пор на поверхности.

Механизм образования микровыступов, вероятно, связан с микроразрядами, возникающими в парогазовой оболочке. При обработке происходит осаждение катионов на поверхность катода. В зависимости от концентрации составляющих электролита и параметров обработки этот процесс идет не достаточно равномерно и по всей поверхности катода возникают микронеровности, которые являются своеобразными «остриями» в электрическом поле. Плотность микроразрядов на таких микронеровностях выше, чем на остальной поверхности, выступы при воздействии микроразрядов оплавляются и приобретают округлую форму на вершинах.

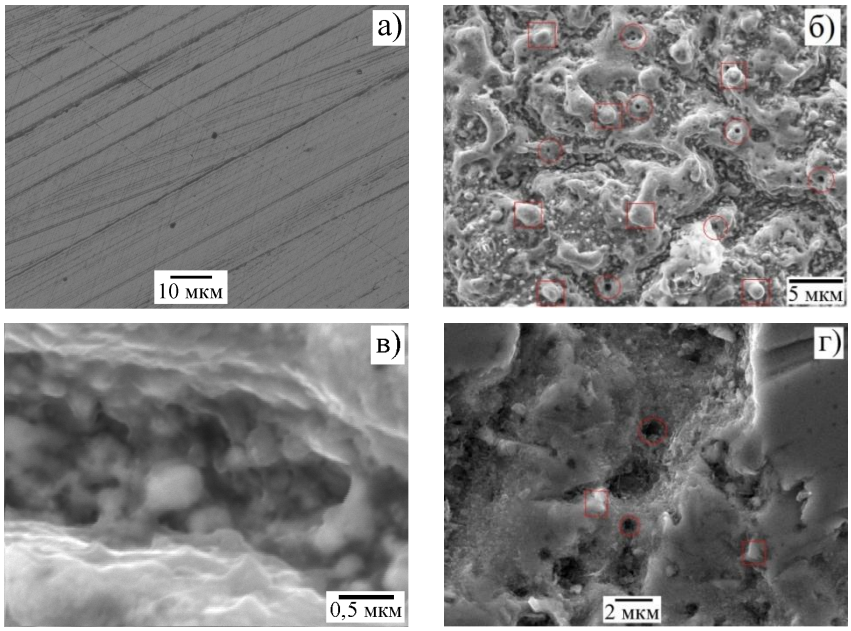


Рис. 3. Морфология поверхности стали 34ХН1М
а) после термической обработки; б), в) после электролитно-плазменного азотирования при 700 °С, 5 мин при разных увеличениях; г) после электролитно-плазменного азотирования при 750 °С, 5 мин
О – микропоры; - микровыступы

Количественно-долевое содержание азота и углерода в поверхностных слоях до и после электролитно-плазменного азотирования, выявленное с помощью оптико-эмиссионного микроанализа, представлено на рисунке 4. Содержание азота после обработки изменяется от 0,15 % до 0,43 %. Полученные количественные характеристики, согласно [9], подтверждают качество полученного азотированного слоя и не превышают технического регламента по содержанию азота в модифицированных слоях.

Снижение количественного содержания углерода в поверхностных слоях стали 34ХН1М связано с процессом обезуглероживания поверхности стальных деталей, сопровождающим азотирование [1].

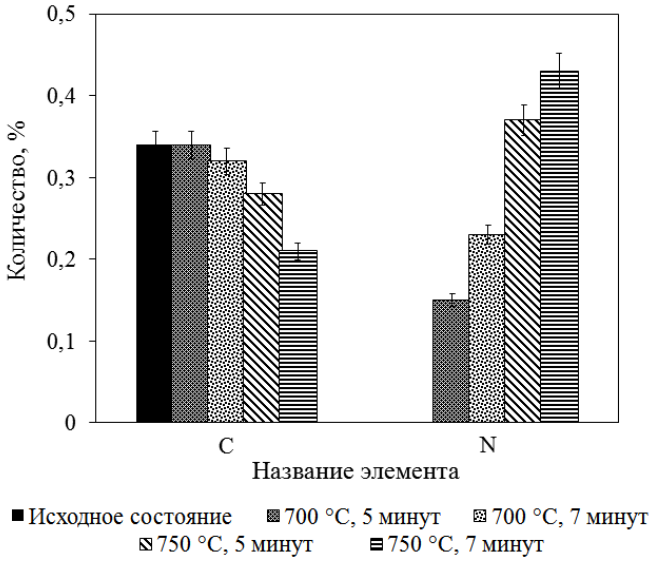


Рис. 4. Распределение азота и углерода в поверхностном слое стали 34ХН1М до и после электролитно-плазменного азотирования

На рисунке 5 представлены фрагменты микроструктуры поперечного шлифа стали 34ХН1М после электролитно-плазменного азотирования при различных температурах и длительности процесса обработки. Исследование проводили методом растровой электронной микроскопии с энергодисперсионным анализом (области анализа указаны на рисунках).

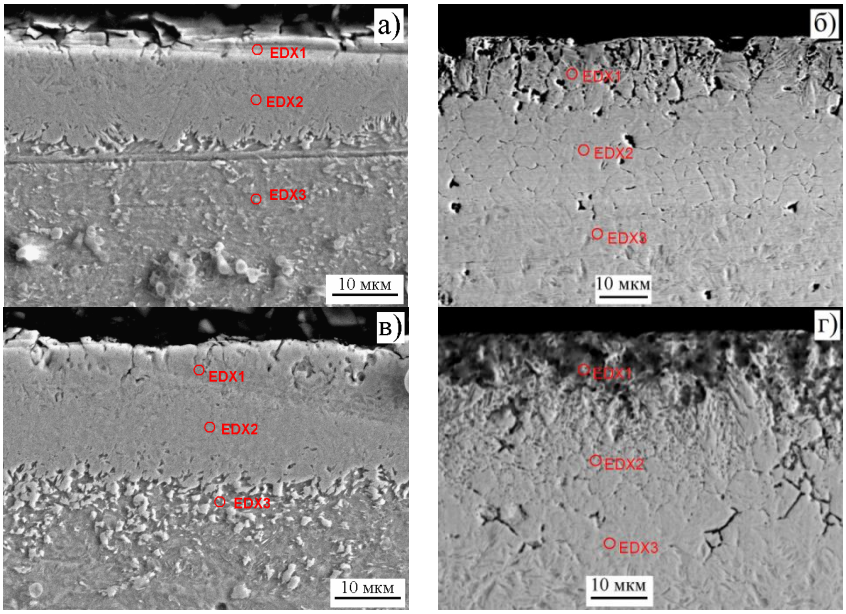


Рис. 5. РЭМ-изображения микроструктуры и участков энергодисперсионного анализа поперечного шлифа стали 34ХН1М после электролитно-плазменного азотирования
а) 700 °C, 5 мин; б) 750 °C, 5 мин; в) 700 °C, 7 минут; г) 750 °C, 7 мин

При температуре обработки 700 °C модифицированный слой однородный, равномерный, без трещин между слоем и основным металлом. В слое различима структура азотистого мартенсита с дисперсными включениями малого размера (рис. 5. (а)). После обработки в течение 7 минут в диффузионной зоне образовываются крупные частицы, предположительно нитриды, размером ~ 2 мкм (рис. 5 (в)). Толщина слоя после 5 минут обработки составляет ~ 57 мкм. После 7 минут обработки толщина модифицированного слоя увеличивается и составляет ~ 70 мкм.

Таблица 1. **Количественный элементный анализ поперечного шлифа стали 34ХН1М после электролитно-плазменного азотирования**

Режим	№ участка	Химический элемент, вес. %					
		N	Cr	Ni	Si	Fe	Итого
700 °С, 5 минут	EDX1	1,54	1,41	1,83	0,66	94,56	100
	EDX2	1,26	1,47	1,26	0,68	95,33	100
	EDX3	1,20	1,66	1,58	0,58	94,98	100
700 °С, 7 минут	EDX1	1,77	1,57	1,89	0,83	93,94	100
	EDX2	1,72	1,31	2,05	0,78	94,14	100
	EDX3	1,59	1,66	1,42	0,70	94,63	100
750 °С, 5 минут	EDX1	1,41	1,70	1,51	1,51	93,87	100
	EDX2	1,32	1,72	1,74	0,69	94,53	100
	EDX3	1,22	1,76	1,71	1,03	94,28	100
750 °С, 7 минут	EDX1	1,82	1,70	1,59	0,63	94,26	100
	EDX2	1,64	1,68	1,62	0,58	94,48	100
	EDX3	1,53	1,73	1,74	0,56	94,44	100

При температуре обработки 750 °С в модифицированном слое появляется тонкий пористый слой толщиной ~ 8 мкм. Далее зона азотистого эвтектоида, представляющего азотистый аустенит и мартенсит с мелкодисперсными включениями по границам зерен. Полного превращения аустенита в мартенсит при закалке не происходит. Модифицированный слой с таким структурным составом приобретает повышенную твердость и прочность. Общая толщина модифицированного слоя после 5 минут обработки ~ 55 мкм (рис. 5. (б)), после 7 минут обработки толщина слоя составляет ~ 75 мкм (рис. 5. (г)).В таблице 1 приведены результаты энергодисперсионного анализа поперечного шлифа. Приведенные данные показывают, что концентрация азота снижается по глубине модифицированного слоя в ~ 1,2 раза по сравнению с концентрацией у поверхности образца.

На рисунке 6 приведены рентгеновские дифрактограммы поверхности стали 34ХН1М до и после электролитно-плазменного азотирования при температуре 750 °С и длительности обработки 7 минут.

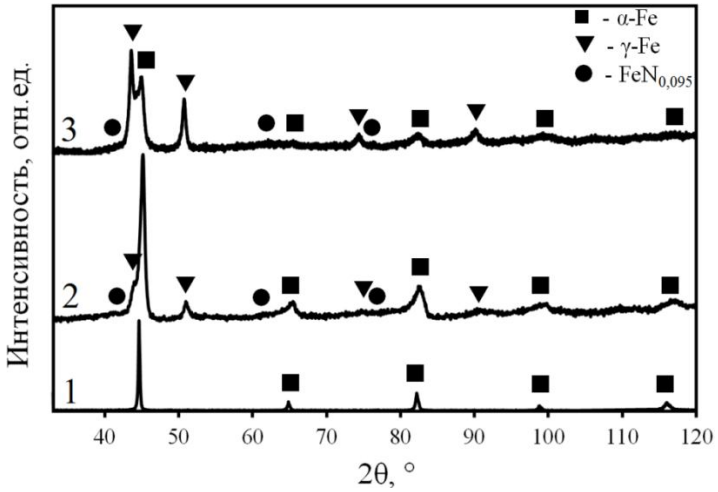


Рис. 6. Дифрактограмма поверхности стали 34ХН1М до и после электролитно-плазменного азотирования
1 – исходный; 2 – 700 °С, 7 минут; 3 – 750 °С, 7 минут

По данным рентгеноструктурного анализа определено, что исходное состояние стали 34ХН1М представлено α-фазой на основе Fe. Анализ дифрактограммы стали 34ХН1М после электролитно-плазменного азотирования показал, что появились новые фазы: γ-фаза на основе Fe и $FeN_{0,095}$. Появление γ-Fe обусловлено тем, что при температуре 750 °С в стали 34ХН1М происходит превращение феррита в аустенит. Также следует отметить, что рентгеноструктурные исследования не выявили присутствие нитридных фаз легирующих элементов (хрома, молибдена). Возможно, это связано с малым количеством нитридов и малыми размерами этих фазовых включений.

На рисунке 7 приведены распределения микротвердости по глубине модифицированного слоя после электролитно-плазменного азотирования в зависимости от температуры и времени обработки.

В исходном состоянии значение микротвердости составляет 4269 МПа. После обработки наблюдается повышение микротвердости поверхностного слоя в ~ 1,4 – 1,7 раза. Повышение микротвердости пропорционально времени и температуре электролитно-плазменного азотирования.

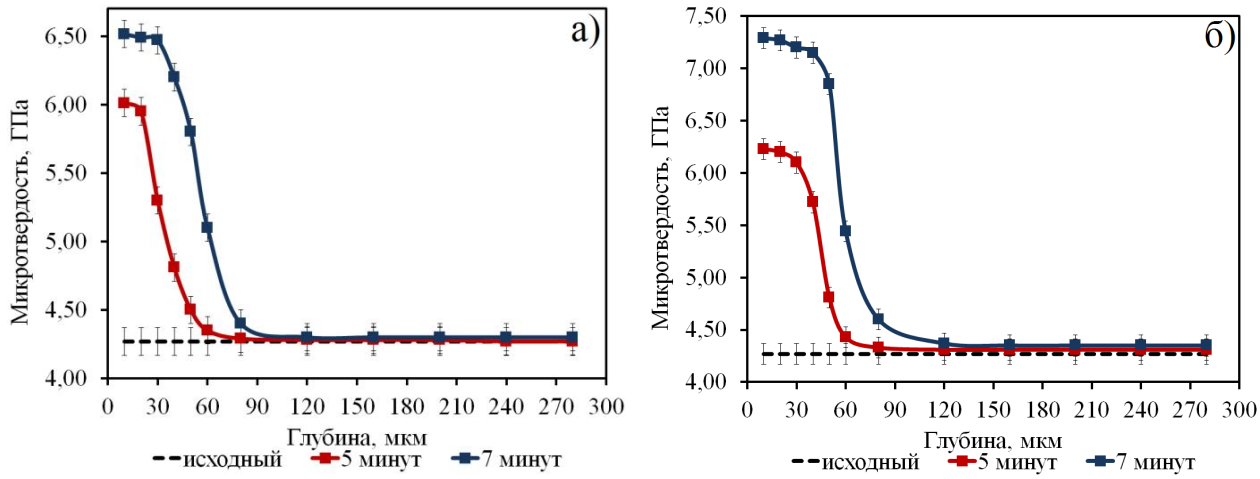


Рис. 7. Распределение микротвердости по глубине модифицированного слоя после электролитно-плазменного азотирования при температуре а) 700 °С; б) 750 °С

На рисунке 8 приведены результаты измерений шероховатости поверхности исследуемых образцов до и после обработки и профилограммы поверхности при различных параметрах обработки.

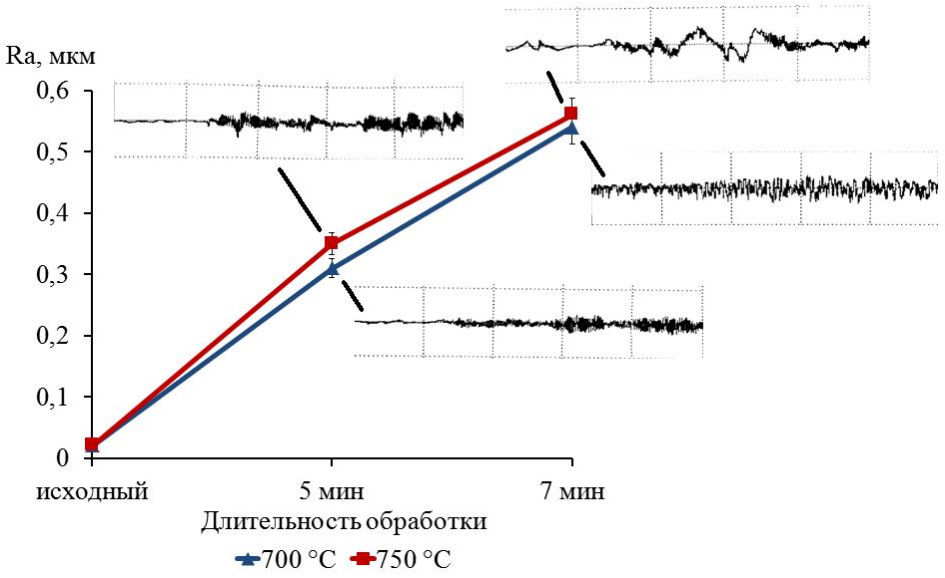


Рис.8. Зависимость шероховатости образцов конструкционной стали 34ХН1М от температуры и длительности электролитно-плазменного азотирования

Для исходного состояния Ra = 0,02 мкм, что соответствует 13 классу шероховатости. При среднем арифметическом отклонении профиля в интервале 0,31÷0,56 мкм, соответствующему 8 - 9 классу шероховатости, обработку поверхностных слоев стали в электролитной плазме можно применять для упрочнения шеек валов, зубчатых колес и сильно нагруженных деталей, работающих на трение [10]. Увеличение шероховатости после азотирования связано с возникновением микроразрядов на поверхности образца и взаимодействием заряженных частиц электролитной плазмы с исследуемой поверхностью.

Кроме того, ранее нами [11] были получены результаты испытаний на износостойкость по методу «шар-диск» поверхности стали 34ХН1М после электролитно-плазменной обработки. Показано, что износостойкость увеличивается в 1,5 раза.

Выводы:

– электролитно-плазменное азотирование поверхностных слоев конструкционной стали 34ХН1М при режимах с длительностью 5 – 7 минут и температурой 700 – 750 °С с использованием в качестве электролита водного раствора, содержащего 30 % карбамида ($(NH_2)_2CO$) и 15 % карбоната натрия (Na_2CO_3) является эффективным методом улучшения структуры и свойств поверхностных слоев;

– микроструктура поверхностных слоев стали 34ХН1М в исходном состоянии представлена ферритно-перлитной структурой, после термического улучшения – троосститом отпуска. После электролитно-плазменного азотирования микроструктура поверхностных слоев стали 34ХН1М модифицируется в белый слаботравящийся слой, представляющий собой твердый раствор внедрения азота в железо;

– толщина модифицированного слоя при температуре 750 °С и длительности 5 минут составляет ~ 57 мкм. После 7 минут обработки при температуре 750 °С толщина модифицированного слоя увеличивается и составляет ~ 70 мкм. При температуре обработки 750 °С и длительности 5 минут обработки толщина модифицированного слоя ~ 55 мкм, после 7 минут обработки толщина слоя составляет ~ 75 мкм;

– морфология поверхностных слоев после электролитно-плазменного азотирования представлена равномерно распределенными микропорами и микровыступами, по границам зерен распределены нитриды железа и легирующих элементов;

– содержание азота после обработки при разных режимах в модифицированном слое увеличивается от 0,15 % до 0,43 %, а содержание углерода, напротив, снижается. Количественно-долевое содержание азота и углерода после электролитно-плазменного азотирования соответствует стандартам, предъявляемым к качеству поверхностей азотированных деталей;

– микротвердость поверхностных слоев стали 34ХН1М увеличивается в 1,4 – 1,7 раза по сравнению с исходным состоянием, что, по данным рентгеноструктурного анализа, обусловлено появлением новых упрочняющих фаз;

– износостойкость модифицированных поверхностных слоев увеличивается в 1,5 раза по сравнению с исходным значением;

– качество поверхности после электролитно-плазменного азотирования, определяемое 8 - 9 классом шероховатости, соответствует требованиям, предъявляемым к особо ответственным деталям, работающим на трение.

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного учреждения «Комитет науки Министерства образования и науки Республики Казахстан» в рамках Договора №271 от 12.02.2015 года по теме «Моделирование и расчет физико-химических процессов при электролитно-плазменной обработке конструкционной стали».

ЛИТЕРАТУРА

1. Суминов И.В., Белкин П.Н., Эпельфельд А.В. [и др.] Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов.– Москва: Техносфера, 2011.– 464 с.

2. Parfenov E.V., Yerokhin A., Nevyantseva R.R., Gorbatkov M.V., Liang C.-J., Matthews A. Towards Smart Electrolytic Plasma Technologies: An Overview of Methodological Approaches to Process Modelling // Surface & Coatings Technology.– 2015.–Vol. 269.– P. 2-22.

3. Зубченко А.С., Колосков М.М., Каширский Ю.В. и др. Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп. и испр.– М.: Машиностроение, 2003.– 784 с.

4. ГОСТ 8479-70 Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия.– М.: Издательство стандартов, 1986.

5. Скаков М.К., Котов В.М., Ерыгина Л.А. Инновационный патент №29976 на изобретение «Способ упрочнения поверхностного слоя деталей из конструкционной стали» от 15.06.2015 г, бюллетень №6.

6. Скаков М.К., Ерыгина Л.А. Модификация поверхностного слоя конструкционной стали электролитно-плазменным методом // Материалы 16-й Международной научно-практической конференции: Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика.– СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014.– Ч. 2.– С. 149-155.

7. Чаттерджи-Фишер Р., Эйзелл Ф.-В. [и др] Пер. с нем. Азотирование и карбонитрирование / Под ред. Супова А.В.– М.: Металлургия.– 1990.– 280 с.

8. Xiao-Zhen Hua, Lang Zhou, Xia Cui, Ai-Hua Zou, Wu-Bo Xu, Xian-Liang Zhou The Effect Of Ammonia Water On The Microstructure And The Effect Of Ammonia Water On The Microstructure And Performance Of Plasma Electrolytic Saturation Nitriding Layer Of 38CrMoAl Steel // Physics Procedia.– 2013.– Vol. 50.– P. 304-314.

9. ГОСТ 12359-99 Стали углеродистые, легированные и высоколегированные. Методы определения азота.– М.: Издательство стандартов, 2000.– 21 с.

10. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. / Под ред. И. Н. Жестковой.- 8-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 2001.- 912 с.

11. M. Skakov, L. Yerygina, M. Scheffler Impact of Electrolytic-Plasma Nitriding on 34CrNi1Mo Steel Surface Layer Properties // Applied Mechanics and Materials.– 2015.–Vol. 698.– P. 439-443.

REFERENCES

1. Suminov E.I., Belkin P.N., Epelpheld A.B. [et al.] Plazmennoelektroliticheskoe modificirovanie poverhnosti metallov i splavov.– M: Technosfera, 2011.– 464 s.

2. Parfenov E.V., Yerokhin A., Nevyantseva R.R., Gorbatkov M.V., Liang C.-J., Matthews A. Towards Smart Electrolytic Plasma Technologies: An Overview of Methodological Approaches to Process Modelling // Surface & Coatings Technology.– 2015.–Vol. 269.– P. 2-22.

3. Zubchenko A.S., Koloskov M.M., Kashirskiy Y.V. i dr. Marochnik staley iz splavov. 2-e izd., dop. i ispr.- M.: Mashinostroenie, 2003.- 784 s.

4. GOST 8479-70 Pokovki iz konstruktsionnoy uglerodistoy i legirovannoy stali. Obschie tehnicheskie usloviya.- M.: Izdatelstvo standartov, 1986.

5. Skakov M.K., Kotov V.M., Yerygina L.A. Innovatsionnyy patent №29976 na izobretenie «Sposob uprochneniya poverhnostnogo sloya detaley iz konstruktsionnoy stali» ot 15.06.2015 goda byulleten №6.

6. Skakov M.K., Yerygina L.A. Modifikatsiya poverhnostnogo sloya konstruktsionnoy stali elektrolitno-plazmennym metodom // Materialy 16-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: Tehnologii uprochneniya, naneseniya pokrytiy i remonta: teoriya i praktika.- SPb.: Izd-vo Politehn. Un-ta, 2014.- Ch. 2.- S. 149-155.

7. Chatterdzhi-Fisher R., Eyzellz F.-W. [i dr.] Per. s nem. Azotirovanie i karbonitrirovanie / Pod red. Supova A.V.- M.: Metallurgiya.- 1990.- 280 s.

8. Xiao-Zhen Hua, Lang Zhou, Xia Cui, Ai-Hua Zou, Wu-Bo Xu, Xian-Liang Zhou The Effect Of Ammonia Water On The Microstructure And The Effect Of Ammonia Water On The Microstructure And Performance Of Plasma Electrolytic Saturation Nitriding Layer Of 38CrMoAl Steel // Physics Procedia.– 2013.– Vol. 50.– P. 304-314.

9. GOST 12359-99 Stali uglerodistye, legirovannye i vysokolegirovannye. Metody opredeleniya azota.- M.: Izdatelstvo standartov, 2000.- 21 s.

10. Anurev V.I. Spravochnik konstruktora-mashinostroitelya: V 3 T. / Pod red. I. Zhestkovoy.- 8-e izd., pererab. i dop.- M.: Mashinostroenie, 2001.- 912 s.

11. M. Skakov, L. Yerygina, M. Scheffler Impact of Electrolytic-Plasma Nitriding on 34CrNi1Mo Steel Surface Layer Properties // Applied Mechanics and Materials.– 2015.–Vol. 698.– P. 439-443.

Сқақов М.К., Ерыгина Л.А., Батырбеков Э.Г.

34ХН1М болатының беттік қабаттарының механикалық қасиеттері және құрылымды-фазалық күйге электролитті-плазмалы азоттаудың ықпал режімдері

Түйіндеме. Жұмыста 700 - 750 °С температурамен және 5 – 7 минут ұзақтылықтағы режимдер кезінде құрамында 30 % карбамид ($(NH_2)_2CO$) және 15 % натрий карбонаты (Na_2CO_3) бар су ерітіндісін электролит ретінде пайдаланумен электролитті-плазмалық азоттаудан кейінгі 34ХН1М конструкциялық болаттың үстіңгі беттерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Модификацияланған қабаттардың қалыңдығы, микроқаттылығы, тозуға тұрақтылығы және кедір-бұдырлығы анықталды. Жаңа фазалардыңқа пайда болуы анықталды: γ-Fe және $FeN_{0.095}$.

Негізгі сөздер: электролитті-плазмалық азоттау, модификацияланған үстіңгі қабаты, микроқұрылым, фазалық құрамы, микроқаттылық, кедір-бұдырлығы, конструкциялы болат.

Skakov M., Yerygina L., Batyrbekov E.

Effect of electrolytic-plasma nitriding on the structure-phase composition and mechanical properties of the surface layers of steel 34CrNi1Mo

Summary. The paper demonstrates research results of surface layers of structural steel 34CrNi1Mo after electrolyte-plasma nitriding using aqueous solution containing 30 % carbamide ($(NH_2)_2CO$) and 15 % sodium carbonate (Na_2CO_3) as a electrolyte under the modes lasting 5 – 7 minutes and the temperature 700 – 750 °C. The thickness, microhardness, wear resistance and surface roughness of modified layer are identified. New phases γ-Fe and FeN0.095 are found out.

Key words: electrolytic-plasma nitriding, modified layer, microstructure, phase composition, microhardness, surface roughness, structural steel.

• ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 66.097.3

Р.Р. Токпаев, А.А. Атчабарова, А.Т. Кабулов, К.К. Кишибаев, С.В. Нечипуренко, С.А. Ефремов, М.К. Наурызбаев
(Центр физико-химических методов исследования и анализа Казахского национального университета имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан, rustamtokpaev@mail.ru)

УГЛЕРОД-ПАЛЛАДИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА ШУНГИТОВЫХ НОСИТЕЛЯХ ДЛЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЧИСТОЙ СУРЬМЫ

Аннотация. Получены и исследованы новые углеродсодержащие носители на основе продуктов обогащения шунгитовых пород месторождения «Бакырчик» Восточного Казахстана. Определены основные физико-химические характеристики носителей. Установлено, что лучшими характеристиками обладает носитель, который прошел дополнительную кислотную обработку, Sуд=300,0 $м^2/г$, pH водной вытяжки 7,42, йодное число 21,5 мг/г, суммарный объем пор 0,475 $см^3/г$. Поверхность носителей исследована методом растровой электронной микроскопии. Установлено, что носители обладают неоднородной структурой поверхности с локальными скоплениями гроздевидной (дендритной) и изометричной форм. Носитель, прошедший дополнительную кислотную обработку, принципиально отличается от других носителей и обладает более однородной и развитой пористой поверхностью. На основе полученных носителей методом пропитки с упариванием раствора получены углерод-палладиевые катализаторы с содержанием активного металла 0,2%-0,6% масс., которые были испытаны в процессе получения чистой сурьмы. При использовании 0,6 % масс. углерод-палладиевого катализатора была получена сурьма высокой чистоты, с содержанием основного компонента 99,9% масс. Проведенные исследования раскрывают перспективу использования данных катализаторов в процессе получения чистой сурьмы.

Ключевые слова: шунгит, носитель, углерод-палладиевый катализатор, сурьма.

ВВЕДЕНИЕ

Катализаторы играют исключительно важную роль в живой природе [1]. Почти все реакции в живых организмах сами по себе происходят медленно и только благодаря участию биологических катализаторов протекают с достаточной для организмов скоростью [2]. Ныне открыты тысячи катализаторов, которые находят практическое применение в наиболее ответственных процессах важнейших крупномасштабных химических производств.

Интенсивное развитие производства определяет постоянный интерес науки и промышленности к палладиевым катализаторам. Приготовление катализаторов предполагает использование носителей. Важное место среди носителей для приготовления палладиевых катализаторов занимают углеродные материалы [1,3]. В настоящее время хорошо развита каталитическая химия палладия, которая включает в себя реакции гидрирования, дегидрирования, изомеризации и др.[4-5].

Широкое применение углерода в качестве носителя в катализаторах связано с двумя важными характеристиками: большой удельной поверхностью и химической инертностью, особенно в среде сильных кислот и оснований. Углеродные материалы весьма интересны в качестве носителей из-за легкой рекуперации металлов платиновой группы путем сжигания отработавших свой срок катализаторов [1, 2].

Перспективным углеродсодержащим сырьем для производства углерод-металлических катализаторов могут выступать обогащенные шунгитовые породы Восточного Казахстана. Шунгитовые породы в данном регионе извлекаются попутно с полиметаллическими рудами и ввиду невозможности крупномасштабного промышленного использования складируются в отвалы. Отечественные ученые, работая над решением данной проблемы, разработали технологию переработки шунгитовых пород с целью получения целевых продуктов [6]. На основе продуктов переработки шунгитовых пород получены углерод-минеральные сорбенты для очистки бытовых и

сточных вод от ионов тяжелых и цветных металлов [7], наполнители эластомеров [8], композиционные материалы для защиты от электромагнитных воздействий [9] и др. Одним из новых направлений исследований является использование обогащенных шунгитовых пород в качестве носителей для каталитических систем. Использование шунгитовых пород в качестве сырья при получении носителей решает проблему переработки отходов на полиметаллическом месторождении «Бакырчик», одновременно улучшая экологическую обстановку в районе в целом.

Одним из новых и важных направлений катализа является получение «чистых» металлов в присутствии катализаторов. В настоящее время для получения сурьмы с меньшим количеством примесей применяют пирометаллургическое или электролитическое рафинирование. Наиболее распространенное в промышленности пирометаллургическое рафинирование производится в отражательных печах. При добавлении к расплавленной черновой сурьме стибнита, примеси железа и меди образуют сернистые соединения и переходят в штейн. Мышьяк удаляют в виде арсената натрия при плавке в окислительной атмосфере (продувка воздухом) содой или поташом, при этом удаляется и сера. При наличии благородных металлов применяют анодное электролитическое рафинирование, позволяющее сконцентрировать благородные металлы в шламе. Рафинированная сурьма содержит уже не более 0,5-0,8 % чужеродных примесей. Однако и такой металл удовлетворяет не всех потребителей – для полупроводниковой промышленности, например, требуется сурьма 99,999 % чистоты. В таком случае применяют кристаллофизический метод очистки – зонную плавку в атмосфере аргона. В особо ответственных случаях, зонную плавку повторяют несколько раз [10]. Вышеперечисленные методы очень трудоёмкие и дорогостоящие, так как влекут за собой значительные энергетические затраты. Использование каталитического восстановления, как метода получения металлов высокой чистоты на их фоне выглядит очень перспективным.

Целью настоящей работы является получение и исследование новых углерод-металлических катализаторов для процесса получения чистой сурьмы.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В данной работе использовали шунгитовую породу, которая образуется в виде отвала после добычи полиметаллических руд, месторождения «Бакырчик», Восточно-Казахстанской области. Для увеличения содержания углерода производили обогащение методом пенной флотации. После флотационного обогащения и кислотной обработки содержание углерода в образцах увеличилось с 24,8% до 70% масс. Полученные образцы подвергали термической обработке в инертной атмосфере аргона при температуре 800°С в течении 1 часа, затем активировали перегретым водяным паром при температуре 850-900°С в течении 40 минут, в результате чего происходило увеличение удельной поверхности за счёт выгорания аморфного углерода [6].

Традиционными методами были определены основные физико-химические характеристики полученных носителей согласно ГОСТ-методик: суммарный объем пор по воде был определен согласно ГОСТ 12597-67 [11], pH водной вытяжки по ГОСТ 4453-74 [12], сорбционная емкость по йоду по ГОСТ 6217-74 [13].

Удельная поверхность была определена динамическим методом тепловой десорбции на приборе «Сорбтометр» (РФ), который заключается в изменении теплопроводности газового потока (гелий или водород с добавкой азота или аргона), проходящего через трубку с измеряемым образцом; определяется количество азота или аргона, адсорбированного поверхностью образца из газовой смеси при охлаждении его жидким азотом и десорбированного при последующем разогревании образца до комнатной температуры. Изменяя концентрацию адсорбируемого газа (азота или аргона) в смеси, получается несколько значений адсорбции, соответствующих разным концентрациям, затем строится изотерма адсорбции и вычисляется из нее удельная поверхность образца методом Брунауэра-Эммета-Тейлора (БЭТ).

Поверхность шунгитовых носителей изучена методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) на приборе «Quanta 200i 3D», FEI Company, США, в Нанотехнологической лаборатории открытого типа КазНУ имени аль-Фараби. Носители в виде порошка исследовали методом прямого наблюдения на просвет с применением микродифракции. Образцы готовили методом сухого препарирования, т.е. методом сухого нанесения препарата на коллодиевую пленку-подложку. При микродифракционных исследованиях осуществлялась фотосъемка дифракционных картин.

Импрегнирование шунгитового носителя раствором H_2PdCl_4. Было произведено импрегнирование шунгитовых носителей раствором хлористого палладия с концентрацией 0,282

моль/л с таким расчетом, чтобы в исходных носителях содержание палладия составляло 0,2%, 0,4% и 0,6% масс. Импрегнирование проводилось методом пропитки (порционно) с упариванием раствора.

Восстановление чистой сурьмы из сульфидно-щелочных растворов формалином в присутствии полученных катализаторов. Для восстановления до порошкового металла использовался сульфидно-щелочной раствор, полученный выщелачиванием флотационного концентрата КДС в растворе Na_2S, следующего состава, г/л: Sb – 44,0; Na_2S – 52,5; NaOH – 47,0; Na_2CO_3 – 25,5; Na_2SO_3; $Na_2S_2O_3$ – 30,3.

В колонный аппарат загружали 2,5 кг катализатора с размерами гранул 7-12 мм. Опыты проводились в непрерывном режиме на проточной каталитической установке. Через дозаторы высокого давления сульфидно-щелочной раствор сурьмы и 37%-формалина подавали в колонный аппарат со скоростью 0,1 л/ч. Температура в реакционной зоне составляла 120-130°С. Раствор непрерывно подавался через дозатор в каталитическую колонну (реакционную зону), проходил зону отстоя и поступал в понизитель давления, где давление снижалось до 0,098-0,147 мПа, газы собирались в приемник, а маточный раствор после отделения порошка сурьмы корректировался по содержанию Na_2S и повторно поступал на операцию выщелачивания антимоната натрия и восстановление сурьмы формалином. По мере накопления порошковая сурьма отделялась от катализатора, промывалась горячей водой, сушилась и анализировалась на содержание сурьмы [14].

Определение «чистоты» сурьмы. «Чистоту» сурьмы, полученной в результате каталитического восстановления, определяли эмиссионным спектральным методом по ГОСТ 1367.1-83. Метод основан на зависимости интенсивности спектральной линии свинца, мышьяка, железа, олова, кремния, цинка, висмута, золота, никеля, меди, кадмия, марганца и серебра от содержания этих элементов в сурьме при возбуждении этих элементов в дуге постоянного или переменного тока [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проделанной работы были получены четыре типа носителей:

• минеральные отходы после флотационного обогащения – УН №1;

• углеродный носитель, приготовленный из шунгитовой породы (месторождения «Бакырчик») – УН №2;

• углеродный носитель, приготовленный из флотоконцентрата шунгитовой породы – УН №3;

• углеродный носитель, приготовленный из флотоконцентрата шунгитовой породы, дополнительно обработанный кислотами (HNO_3 и HF) – УН №4.

Физико-химические характеристики полученных носителей представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Физико-химические характеристики носителей**

Носитель	Sуд, $м^2/г$	pH водной вытяжки	Йодное число, мг/г	Суммарный объем пор, $см^3/г$
УН №1	40,3	7,05	12,6	0,352
УН №2	198,8	7,22	16,2	0,406
УН №3	220,5	7,37	18,2	0,452
УН №4	300,0	7,42	21,5	0,475

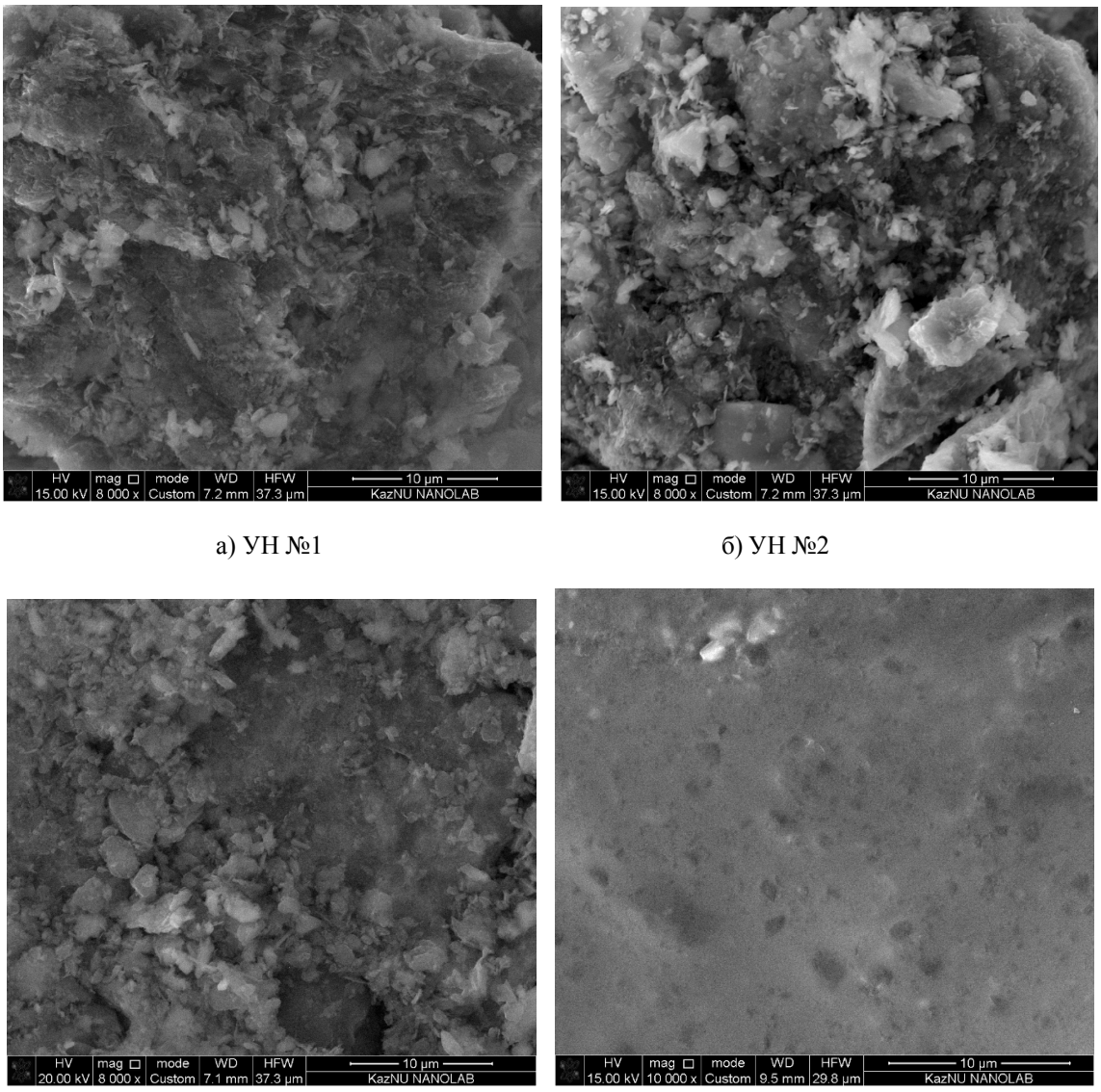
Установлено, что развитая удельная поверхность наблюдается у углеродного носителя №4, pH водной вытяжки которого немного смещен сторону щелочных значений. Сорбционная активность по йоду для УН №4 относительно высокая, что характеризует его большую сорбционную способность по отношению к импрегнируемым металлам. В таблице 2 приведен оксидный состав полученных носителей.

Таблица 2. **Оксидный состав полученных носителей**

Носитель	Содержание компонентов, % масс.										
	C	SiO_2	TiO	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	CuO
УН №1	5,1	57,3	2,1	15,3	5,1	3,8	3,6	3,2	1,9	1,7	0.48
УН №2	24,8	43,7	0,6	12,3	4,6	2,0	3,3	2,8	1,0	2,2	0,28
УН №3	45,0	32,1	0,5	8,6	2,6	2,2	2,8	0,9	1,5	1,8	0,19
УН №4	70,0	18,1	0,2	6,1	1,1	0,9	1,1	0,3	0,6	0,8	0,11

Из данных таблицы 2 следует, что наибольшее содержание углерода – 70% масс., наблюдается в УН №4. Такое содержание углерода достигнуто последовательной обработкой азотной и фтористоводородной кислотами. Также в состав носителей преимущественно входят следующие оксиды: SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 и др., некоторые из которых самостоятельно могут выступать в роли носителей катализаторов и каталитических агентов. Это, при определенных условиях, вносит дополнительный вклад в каталитическую активность носителей.

Был произведен электронно-микроскопический анализ полученных носителей, результаты которого представлены на рисунке 1.



а) УН №1 б) УН №2

в) УН №3 г) УН №4

Рис. 1. Микроснимки носителей

При анализе микроснимков углеродсодержащих носителей наблюдаются изменения структуры поверхности и пористости образцов в зависимости от степени обогащения шунгитовой породы. Образцы природных шунгитов имеют морфологию исходного графита. Поверхность носителей 1-3 обладает неоднородной структурой с локальными скоплениями гроздевидной (дендритной) и изометричной форм. Это обуславливается неоднородностью состава и природным происхождением шунгитовых пород. УН №4 имеет принципиальное отличие от других носителей, на микроснимке видно, что после кислотной обработки достигается более однородная поверхность, происходит раскрытие «закупоренных» пор. Поверхность носителя представлена преимущественно макропорами с размером 1-2 мкм.

Методом пропитки с упариванием раствора была получена серия углерод-палладиевых катализаторов для процесса получения чистой сурьмы (Таблица 3).

Таблица 3. **Катализаторы**

Носитель	Содержание Pd, % масс.	Катализаторы
УН №1	0,2	Катализатор № 1
	0,4	Катализатор № 2
	0,6	Катализатор № 3
УН №2	0,2	Катализатор № 4
	0,4	Катализатор № 5
	0,6	Катализатор № 6
УН №3	0,2	Катализатор № 7
	0,4	Катализатор № 8
	0,6	Катализатор № 9
УН №4	0,2	Катализатор № 10
	0,4	Катализатор № 11
	0,6	Катализатор № 12

Восстановление чистой сурьмы из сульфидно-щелочных растворов формалином в присутствии полученных углерод-палладиевых катализаторов протекает по одной из следующих реакций:

$2Na_3SbO_4 + 6CH_2O + 6NaOH = 2Sb + 6Na_2CO_3 + 2H_2O + 7H_2$

$2Na_3SbO_4 + 5CH_2O + 4NaOH = 2Sb + 2Na_2CO_3 + 7H_2$

$2Na_3SbO_4 + 6CH_2O + 22NaOH = 2Sb + 8Na_2S + 6Na_2CO_3 + 10H_2O + 7H_2$

$2Na_3SbO_4 + 6CH_2O + 18NaOH = 2Sb + 6Na_2S + 6Na_2CO_3 + 6H_2O + 9H_2$

При введении в реакционную зону углерод-Pd катализаторов № 10-12 с содержанием Pd = 0,2% масс.; 0,4% масс.; 0,6% масс. были получены следующие результаты (Таблица 4). Использование катализаторов №1-№10 в каталитических реакциях восстановления сурьмы выявило их невысокую каталитическую активность в данном процессе.

Таблица 4. **Элементный состав сурьмы после проведения каталитического восстановления сурьмы**

Элементный состав	Содержание примесей после использования катализатора №10, % масс.	Содержание примесей после использования катализатора №11, % масс.	Содержание примесей после использования катализатора №12, % масс.
Сурьма	99	99,5	99,9
Свинец	0,15	0,06	0,02
Олово	0,1	0,04	0,01
Железо	0,1	0,09	0,01
Кремний	0,1	0,03	0,004
Висмут	0,1	0,04	0,004
Золото	0,0005	0,0004	0,0003
Никель	0,1	0,05	0,006
Медь	0,12	0,09	0,03
Магний	0,2287	0,099	0,0154
Серебро	0,0008	0,0006	0,0003

В результате анализа полученных данных установлено, что при введении в реакционную зону углерод-Pd катализатора с содержанием Pd = 0,6% масс. «чистота» сурьмы составила 99.9% масс. Следовательно, данный катализатор проявляет высокую каталитическую активность и может быть рекомендован, как эффективный катализатор получения чистой сурьмы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определены составы образцов шунгитовой руды. Методом пенной флотации с последующей химической обработкой получены углеродсодержащие носители для катализаторов на основе шунгитовой руды, месторождения «Бакырчик» Восточного Казахстана. Произведено обогащение по углероду методом пенной флотации с последующей кислотной обработкой в результате чего, содержание углерода в образцах увеличивается с 24,8 % до 70 % масс.

В ходе исследования физико-химических характеристик носителей были определены удельная поверхность, pH водной вытяжки, сорбционная емкость по йоду, суммарный объем пор. Лучшими характеристиками обладает углеродный носитель №4 (концентрат обогащенный по углероду с последующей кислотной обработкой): $S_{уд}$=300,0 $м^2/г$, pH водной вытяжки 7,42, йодное число 21,5 мг/г, суммарный объем пор 0,475 $см^3/г$.

Морфология поверхности полученных носителей была изучена с помощью растровой электронной микроскопии. Установлено, что образцы после кислотной обработки имеют более однородную и развитую пористую структуру с размером частиц 1-2 мкм.

Для получения катализаторов было произведено импрегнирование носителей раствором хлористого палладия методом пропитки с упариванием раствора. Содержание палладия во всех приготовленных катализаторах составляло 0,2%, 0,4%, 0,6% масс.

Исследована каталитическая активность углерод-палладиевых катализаторов в реакциях получения чистой сурьмы. После введения в реакционную зону углерод-Pd катализатора №12 с содержанием Pd = 0,3% масс. удалось получить сурьму с содержанием 99.9% масс. целевого компонента.

Проведенные исследования показывают перспективность использования углерод-палладиевых катализаторов в процессе получения сурьмы высокой «чистоты».

ЛИТЕРАТУРА

1 Боресков Г. К. Катализ: в 4 ч. – Новосибирск: Наука, 1971. – Ч.1-2. – 267 с.

2 Диксон М., Уэбб Э. Ферменты. Том 2. Пер с англ. – М.: Мир, 1982. – 515 с.

3 Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. – Новосибирск: Ин-т катализа СО РАН, 2002. - 188 с.

4 Hegedus L.L., Summers J.C., Schlatter J.C., Baron K. // J. Catal. – 1979. – Vol. 56. – №3. – P. 321-335.

5 Еременко Н. К., Образцова И. И., Сименюк Г. Ю., Еременко А. Н. Палладиевые катализаторы для гидрирования ароматических нитросоединений // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. – Вып.5 (99). – С. 43-48.

6 Efremov S.A. Shungite rock processing technology // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2010. – Vol. 83, Issue 1. – P. 23-26.

7 Инновационный патент 22991 Республика Казахстан, кл. B01G 20/20, C01B 31/08 (2009.01). Способ получения углерод-минерального сорбента / Наурызбаев М.К., Ефремов С.А., Нечипуренко С.В.; заявитель и патентообладатель Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Казахский национальный университет им. аль-Фараби» Министерства образования и науки Республики Казахстан; Акционерное общество «Фонд науки»; заявл. 24.09.2009; опубл. 15.10.2010, Бюл. № 10 – 3 с.

8 Инновационный патент 27326 Республика Казахстан, кл. C08K 3/04, B29D 30/04 (2011.01). Наполнитель для производства эластомеров / Наурызбаев М.К., Ефремов С.А., Нечипуренко С.В.; заявитель и патентообладатель Товарищество с ограниченной ответственностью «AIM Lab»; заявл. 13.02.2012; опубл. 16.09.2013, Бюл. № 9 – 5 с.

9 Инновационный патент 26046 Республика Казахстан, кл. A61N 1/16, G12B 17/00, G01R 1/18 (2011.01). Композиционный материал для защиты от электромагнитных воздействий / Наурызбаев М.К., Ефремов С.А., Нечипуренко С.В.; заявитель и патентообладатель Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Казахский национальный университет им. аль-Фараби» Министерства образования и науки Республики Казахстан; заявл. 30.09.2011; опубл. 14.09.2012, Бюл. № 9 – 3 с.

10 http://www.i-think.ru/wikimet/?type=metall&section_id=391 (Дата обращения: 11.08.2015 год).

11 ГОСТ 12597-67. Сорбенты. Метод определения массовой доли воды в активных углях и катализаторах на их основе.

12 ГОСТ 4453-74. Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. Технические условия, П. 4.7. «Определение pH водной вытяжки».

13 ГОСТ 6217-74. Уголь древесный дробленный. Технические условия. П.4.4. «Метод определения сорбционной емкости по йоду».

14 Бугенов Е.С., Бугенов Б.Е., Ибраимова Г.Т. Балансовые опыты по каталитическому варианту восстановления сурьмы формалином // Химический журнал Казахстана. – 2014. – №4. – С. 13-18.

15 ГОСТ 1367.1-83. Сурьма. Спектральный метод определения примесей без предварительного обогащения.

REFERENCES

1 Boreskov G.K. Kataliz: v 4 ch. – Novosibirsk: Nauka, 1971. – Ch.1-2. – 267 s.

2 Dikson M., Uebb E. Fermenty. Tom 2. Per s angl. – M.: Mir, 1982. – 515 s.

3 Boreskov G.K. Geterogennyi kataliz. – Novosibirsk: In-t kataliza SO RAN, 2002. – 188 s.

4 Hegedus L.L., Summers J.C., Schlatter J.C., Baron K. // J. Catal. – 1979. – Vol. 56. – №3. – P. 321-335.

5 Eremenko N.K., Obraztsova I.I., Simenyuk G. Yu., Eremenko A.N. Palladievye katalizatory dlya gidrirovaniya aromaticheskih nitrosoedineniy // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2013. – Vyp.5 (99). – S. 43-48.

6 Efremov S.A. Shungite rock processing technology // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2010. – Vol. 83, Issue 1. – P. 23-26.

7 Innovatsionnyy patent 22991 Respublika Kazakhstan, kl. B01G 20/20, C01B 31/08 (2009.01). Sposob polucheniya uglerod-mineral'nogo sorbenta / Nauryzbaev M.K., Efremov S.A., Nechipurenko S.V.; zayavitel' i patentoobladatel' Respublikanskoe gosudarstvennoe predpriyatie na prave khozyastvennogo vedeniya "Kazakhskii natsional'nyy universitet im. al-Farabi" Ministerstva obrazovaniya i nauki Respubliki Kazakhstan; Aktsionernoe obshchestvo "Fond Nauki"; zayavl. 24.09.2009; opubl. 15.10.2010, Byul. № 10 – 3 s.

8 Innovatsionnyy patent 27326 Respublika Kazakhstan, kl. C08K 3/04, B29D 30/04 (2011.01). Napolnitel' dlya proizvodstva elastomerov / Nauryzbaev M.K., Efremov S.A., Nechipurenko S.V.; zayavitel' i patentoobladatel' Tovarishchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu "AIM Lab"; zayavl. 13.02.2012; opubl. 16.09.2013, Byul. № 9 – 5 s.

9 Innovatsionnyy patent 26046 Respublika Kazakhstan, kl. A61N 1/16, G12B 17/00, G01R 1/18 (2011.01). Kompozitsionnyy material dlya zashchity ot elektromagnitnykh vozdeistviy / Nauryzbaev M.K., Efremov S.A., Nechipurenko S.V.; zayavitel' i patentoobladatel' Respublikanskoe gosudarstvennoe predpriyatie na prave khozyastvennogo vedeniya "Kazakhskii natsional'nyy universitet im. al-Farabi" Ministerstva obrazovaniya i nauki Respubliki Kazakhstan; zayavl. 30.09.2011; opubl. 14.09.2012, Byul. № 9 – 3 s.

10 http://www.i-think.ru/wikimet/?type=metall&section_id=391 (Data obrashcheniya: 11.08.2015 god).

11 GOST 12597-67. Sorbenty. Metod opredeleniya massovoi doli vody v aktivnykh uglyach I katalizatorach na ich osnove.

12 GOST 4453-74. Ugol' aktivnyy osvetlyayushchiy drevesnyy poroshkoobraznyy. Tekhnicheskie usloviya, P. 4.7. "Opredelenie pH vodnoi vytyazhki".

13 GOST 6217-74. Ugol' drevesnyy droblennyy. Tekhnicheskie usloviya. P. 4.4. "Metod opredeleniya sorbtsionnoi emkosti po iodu".

14 Bugenov E.S., Bugenov B.E., Ibragimova G.T. Balansovye opyty po kataliticheskomu variant vosstanovleniya sur'my formalinom // Khimicheskiy zhurnal Kazakhstana. – 2014. – №4. – S. 13-18.

15 GOST 1367.1-83. Sur'ma. Spektral'nyy metod opredeleniya primesei bez predvaritel'nogo obogashcheniya.

Токпаев Р.Р., Атчабарова А.А., Кабулов А.Т., Кишибаев К.К., Нечипуренко С.В.,
Ефремов С.А., Наурызбаев М.К.

Таза сүрме алу процесіне арналған шунгит тасымалдағыштары негізіндегі көміртек-палладийлі катализаторлар

Түйіндеме. Ұсынылып отырған жұмыста Шығыс Қазақстанның «Бақыршық» кен орнының шунгит жыныстарын байыту өнімдері негізінде жаңа көміртек құрамды тасылмалдағыштар алынды. Тасымалдағыштардың меншікті бет ауданы, кеуектердің су бойынша жалпы көлемі, сулы ерітіндісінің pH-ы және йод бойынша сорбциялық сыйымдылығы тәрізді негізгі физика-химиялық сипаттамалары анықталды. Беттің морфологиясы растрлы электронды микроскопия әдісімен зерттелді. Ерітінділерді буландыру арқылы сіңіру әдісімен алынған тасымалдағыштар негізінде көміртек-палладийлі катализаторлар алынды. Олар «таза» сүрме алу процесінде сынақтан өткізілді. Ұсынылып отырған катализаторларды қолдану жоғары «тазалықтағы» сүрме алуға мүмкіндік берді.

Негізгі сөздер: шунгит, тасымалдағыш, көміртек-палладийлі катализатор, сүрме.

Tokpayev R.R., Atchabarova A.A., Kabulov A.T., Kishibayev K.K., Nechipurenko S.V.,
Yefremov S.A., Nauryzbayev M.K.

Carbon-palladium catalysts based on shungite supports for the process of pure antimony obtaining

Summary. In this paper, new carbon containing supports based on products of shungite enrichment from deposit "Bakyrchik" of the East Kazakhstan were obtained and studied. The main physico-chemical characteristics of the supports were studied. There are specific surface area, total pore volume, pH of the aqueous extract, iodine number. The surface of the supports were studied by scanning electron microscopy (SEM). Carbon-palladium catalysts were obtained based on the studied supports by method of impregnation with solution evaporation. The obtained catalysts were tested in the processes of pure antimony obtaining. The use of given catalysts have allowed to obtain antimony of high purity.

Key words: shungite, support, carbon-palladium catalyst, antimony.

UDC 549.54-114

R.A. Kazova, U.Sh. Musina, G.A. Dzhamalova, U.K. Sarsembin
(Kazakh national research technical University after named K.I.Satpaev)

SYNTHESIS AND RESEARCH OF THE COMPLEX PHOSPHOSILICATES FORMED IN SOLIDPHASES CONDITIONS AT HIGH TEMPERATURES

Abstract. Synthesis sodium and calcium phosphosilicate, sodium and calcium hydrophosphosilicate, metaphosphosilisilicate - $Ca_{3,3}(PO_3)_2[SiO_4]F_{0,6}$ is executed. Conditions of solidphases systems for synthesis of calcium metaphosphosilicate are shown. Synthesis calcium metaphosphosilicate carried out a method solidfases synthesis where initial components are submitted ftorapatit and quartz.

In the system containing oxydes of calcium, silicon, phosphorus, sodium, we synthesize a number of phosphosilicates, containing in the cationic parts sodium and calcium: sodium and calcium phosphosilicate $Na_8Ca[Si_2O_7][PO_4]_3SiO_{1,5}$. It has been established that sodium and calcium phosphosilicate are possible to synthesize not only by hydrothermal conditions, but also by the way solidphases synthesis. Received means of optimum conditions of synthesis, revealed of infrared spectrum of sodium-calcium hydrophosphosilicate, phosphosilicates, diffractograme of different samples, etc.

Key words: Synthesis, systems, calcium phosphosilicate, solidfases synthesis.

Introduction

There was investigated the hightemperatures condition of interaction in the multicomponents solidphases systems. Synthesis sodium and calcium phosphosilicate is executed, this substances possess of the absorbtion properties.

Were synthesized number phosphosilicates, containing in the cationic parts sodium and calcium phosphosilicate $Na_8Ca[Si_2O_7][PO_4]_3SiO_{1,5}$[1]. It has been established, that sodium and calcium phosphosilicate it is possible to synthesize not only in hydrothermal conditions, but also way solidfases synthesis.

Synthesis sodium and calcium phosphosilicates executed. In table 1 conditions of synthesis calcium phosphosilicate are shown. Synthesis calcium phosphosilicate carried out a method solidfases synthesis where initial components are submitted ftorapatit and quartz.

Analysis of results

It was investigated the hightemperatures condition of synthesis and of double phosphosilicates isomorphism. Synthesis sodium and calcium phosphosilicate, sodium and calcium hydrophosphosilicate, calcium metasilicate are executed.

In the system containing oxydes of calcium, silicon, phosphorus, sodium, we synthesize a number of phosphosilicates, containing in the cationic parts sodium and calcium [1-3]: sodium and calcium phosphosilicate $Na_8Ca[Si_2O_7][PO_4]_3SiO_{1,5}$; sodium and calcium hydrophosphosilicate $Na_2Ca_2[H_2SiO_4](PO_4)$ and double silicate – sodium and calcium silicate $Na_2CaSi_2O_6$[3]. The experiments are lead in the mine furnace with gasedistriute lattices.

Optimum conditions of synthesis sodium and calcium phosphosilicate are temperature 1150-1200 ^{0}C, duration 4-6 h, the silicon module 5,5-7,0. In these conditions the firm phase on 95 % will consisted from calcium metaphosphosilicate. Calcium metaphosphosilicate crystallizes in tetragonal syngoniya, parameters of a cell are and = 5,726, with = 15,805A, volume of an elementary cell 518,2 Å, Z = 1, the factor to = 8,076, settlement density of 2,592 г/sm^3, experimental density of 2,598 г/sm^3. Crystals monjaxises are a sign of the main negative zone. Parameters of the raybreaking are N_o = 1,552±0,003; N_e = 1,546±0,003; No-Ne = 0,003±0,006. The basic lines on the roentgenogram are 2,71; 2,57; 3,93 and 2,02 (table 3).

In the infrared spectrum of suspension $Na_8Ca_3Si_2O_{1,5}[Si_2O_7][PO_4]_3$ in vazelin oil. The group of complex strips is fixed at the are of 470-1100 см$^{-1}$. The deformation and valent fluctuations of tetrahedric groups $[PO_4]^{-3}$ are frequencies.

Optimum conditions of synthesis sodium-calcium silicate are temperature 1150-1200 ^{0}C, duration 3-4 h., the silicon module 2,5-3,0. Sodium-calcium silicate crystallizes in pseudo-cubic syngoniya. It's crystals of it are colorless, transparent and submitted spherolius.

Table 1. **Synthesis $Na_8Ca[Si_2O_7][PO_4]_3$**

Conditions: temperature 1200 ^{0}C, duration 4 h., speed of the heat-carrier of 0,28 km/s, a class of granules of 10-12 mm

number	Concentration, %									Structure of phases, mol				
	it is loaded				Structure of phases									
	Na_2O	CaO	P_2O_5	SiO_2	Na_2O	CaO	P_2O_5	SiO_2	ппп	Na_2O	CaO	P_2O_5	SiO_2	H_2O
1	32,00	21,50	24,75	22,46	30,50	20,50	24,30	22,00	4,00	0,508	0,362	0,171	0,366	-
2	32,78	21,88	24,83	21,58	32,80	19,70	24,30	21,10	3,20	0,530	0,349	0,171	0,362	-
3	35,20	20,87	26,05	21,69	35,30	18,90	25,60	21,20	3,18	0,570	0,335	0,179	0,354	-
4	34,56	20,98	24,68	23,58	34,00	19,00	23,70	21,60	5,49	0,550	0,340	0,166	0,358	-
5	32,50	20,77	25,60	21,75	31,49	18,80	25,40	21,80	3,10	0,510	0,340	0,178	0,360	-
1	23,05	40,10	15,60	23,48	20,10	39,40	13,10	22,60	6,99	0,323	0,698	0,089	0,374	0,440
2	24,75	33,20	16,96	28,20	23,80	33,10	12,00	27,20	6,40	0,383	0,588	0,084	0,450	0,360
3	24,00	31,87	16,00	28,10	23,40	31,10	12,12	27,00	6,82	0,372	0,556	0,086	0,450	0,380
4	24,85	31,80	15,90	29,09	23,90	30,80	12,00	28,10	7,00	0,382	0,550	0,085	0,462	0,320
5	24,61	28,10	17,30	28,66	23,70	26,10	15,30	27,90	7,00	0,384	0,470	0,104	0,0,467	0,384

Table 2. **Synthesis $Ca_{3,3}[PO_4]_2[SiO_4]F_2$**

Conditions: temperature 1150 ^{0}C, duration 4 h., speed of the heat-carrier of 0,28 km/s, a class of granules of 12-16 mm

number	it is loaded, %				structure of phases, %				Structure of phases, mol			
	CaO	P_2O_5	SiO_2	CaF_2	CaO	P_2O_5	SiO_2	CaF_2	CaO	P_2O_5	SiO_2	CaF_2
1	45,6	35,6	13,1	5,2	43,8	36,0	12,5	6,7	0,782	0,254	0,208	0,086
2	42,4	36,9	14,8	5,7	44,8	35,2	14,3	5,6	0,800	0,248	0,238	0,072
3	44,4	36,4	13,2	6,8	42,4	35,9	14,8	6,8	0,757	0,253	0,247	0,087
4	43,7	36,8	14,1	5,4	44,1	37,2	13,8	4,9	0,787	0,263	0,230	0,062
5	44,7	37,8	13,6	4,0	42,2	36,4	14,8	5,0	0,789	0,256	0,247	0,064
6	43,8	38,2	14,8	4,0	44,2	36,2	12,9	6,6	0,789	0,256	0,215	0,085
7	44,3	37,4	14,3	4,0	41,4	37,2	14,8	6,4	0,740	0,262	0,247	0,082

Table 3. **Roentgemetric given for sodium-calcium phosphosilicate. Conditions of shooting: diffractogrameter DRON-1, CuK-radiation, the MnO_2-filter, U-35кvт, I = 10 amper**

I	d/n	nkl	I	d/n	nkl	I	D/n	nkl	I	d/n	nkl
1	4,71	102	1	3,24	104	7	2,571	210	5	1,831	108
2	4,06	110	3	3,13	-	1	2,294	213	3	1,809	310
5	3,93	111	2	3,03	0,005	3	2,172	116	3	1,592	320
3	3,64	112	1	2,841	200	2	2,060	107	0,5	1,530	306
2	3,53	-	1	2,809	114	4	2,026	220	3	1,521	323
2	3,37	-	10	2,709	202	0,5	1,904	206	1	1,362	330

Disperse grains 2-8 micron are formed, diameters spherolitus sometimes reach 20-22 micron by conditions of mass crystallization. Factor of the raybreaking N_{midle} = 1,585±0,003, density 2,89, parameters of a crystal lattice: and = 7,51A, Z=3, with = 405A, volume of an elementary cell 414,0A the Basic reflections on diffractograme: 2,64; 1,864; 3,33 (table 3).

Chemical compound sodium-calcium silicate (weights of %): Na_2O – 24,97; CaO – 24,75; SiO_2-48,70; CO_2-1,58. Infrared spectrum of sodium-calcium silicate contains group of intensive strips at the area of 1100-900 sm^{-1} and 520 sm^{-1} is lower. The interval of 800-600 sm^{-1}, characteristic for fluctuation $_{vs}$Si-O–Si complex silicate anions, contains a strip of average intensity at 617 sm^{-1}, weak at 691-723 sm^{-1}.

In table 3 structures of the initial mixes accepted at synthesis from natural minerals are resulted. 2,5 % are entered into a mix natural muscovite, which has played a role of мineraling additives and promoted more full course solidphases interactions.

The comparative analysis of diffractograme samples 1, 2 and 4 has been shown during thermochemical processing interaction of components of an initial mix and thermal transformation fluorineapatite proceeds.

Table 4. **The Parity of minerals in an initial mix and results thermochemical transformations of components**

Number	The maintenance, weights of %			Phase structure
	luorine apatite	quartz	muscovite	
1	2	3	4	5
1	83,3	16,7	-	$Ca_{3,3}(PO_3)_2[SiO_4]_{(0,8\div1,0)}F_{0,6}$ $Ca_{(1,5\div11,65)\,n}(PO_3)_n\,[SiO_4]_{(0,8\div1,0)}\,F_{(0,6\div0,8)}$ $Ca_{10}[PO_4]_{26}F_2$; $Ca_{10}[PO_4]_{26}(OH,F)_2$; <5% SiO_2
2	83,5	14	2,5	90-95% $Ca_{3,3}(PO_3)_2[SiO_4]F_{0,6}$ ~5% $Ca(OH)_2$, <5% $Ca_{10}[PO_4]F_2$, insignificantly $Ca_{10}[PO_4]_0(OH,F)_0$, <3% SiO_2
3	83,5	14,5	2,0	90-95% $Ca_{3,3}(PO_3)_2[SiO_4]F_{0,6}$, (5% $Ca(OH)_2$, <5% $Ca_{10}[PO_4]_{62}$, insignificantly $Ca_3[PO_3]_2[SiO_4]_{0,8}\,F_{0,8}$, $Ca_{3,1}(PO_3)_2[SiO_4]_{0,9}F_{0,6}$
4	83,5	15,0	1,5	$Ca_{3,2}(PO_3)_2[SiO_4]_{0,9}F_{0,8}$, $Ca_{3,3}(PO_3)_2[SiO_4]F_{0,6}$, insignificantly $Ca(OH)_2$; $Ca_{10}[PO_4]_6F_2$, $Ca_0[PO_4]_6(OH,F)_2$; <3% SiO_2, $Ca_3(PO_3)_2[SiO_4]_{0,9}F_{0,8}$
5	100	-	-	~95% $Ca_{10}[PO_4]_6F_2$; <5% $Ca(OH)_2$, the lattice of appetite is deformed

On diffractograme line 3,45; 2,63 and 1,427 has the raised intensity in comparison with corresponding line fluorineapatite. It is caused by introduction of ions $[SiO_4]^{2-}$ in a deformation lattice fluorineapatite with formation silicophosphate and a firm solution between sodium-calcium metaphosphosilicate at presence of liquid-mineralizator $K_2Al_2[AlSi_3O_{10}](OH,F)_2$ (мuskovite). On the X-rayogram of test 2 weak reflections 4,93 and 1,698 portlantide $[Ca(OH)_2]$ and 4,23 are found out; 3,34–β-quartz.

The quantitative analysis has shown, that portlantide with parameters raybreaking N_o = 1,572 and N_e = 1,541 than 5 % contain no more, (-quartz with parameters of refraction N_o = 1,545 and N_e = 1,555 – no more than 3 %. A great bulk (90 %) represents subtleprismatic crystals with parameters N_o = 1,609 and N_e = 1,622 which belongs to structural type of a product of the thermochemical processing formed on the basis of a lattice fluorineapatite and distinguished from crystal structure fluorineapatite by insignificant deformation displacement of structural elements the friend be relative from the friend and introduction ions $[SiO_4]^{2-}$ on vacant places in betweenknot of a crystal lattice fluorineapatite with performance of structural function of ions $[PO_4]^{-}$.

It is typical, that on all three X-rayogram resulted in tables1-3, the line fluorineapatite with indexes 1.0.0. matters interplant distance of $8{,}04\cdot10^{-10}$ m while the line with indexes 0.0.2. accepts, accordingly, values 3,45; 3,45 and $3{,}43\cdot10^{-10}$ m, i.e. average value of $3{,}44\cdot10^{-10}$ m has.

On the data of [5] lines 1.0.0. with values of interplane distance of $8{,}12\cdot10^{-10}$ m there correspond parameter $a=9{,}368\cdot10^{-10}$ m, and to a line 0.0.2. with values of interplant distance of $3{,}442\cdot10^{-10}$ m there corresponds parameter $a=6{,}884\cdot10^{-10}$ m of a crystal lattice fluorineapatite. If for deformed owing to heat treatment and introduction of ions $[SiO_4]^{2-}$ (formations metasilicophosphate $Ca_{3,3}(PO_3)_2[SiO_4](0{,}8(1{,}0)F_{0,6})$ crystal structure fluorineapatite to accept values of interplane distances 8,04 and $3{,}443\cdot10^{-10}$м, accordingly, for lines 1.0.0. and 0.0.2., for gecsonal syngoniya values of parameters a=9,276 and with = $6{,}886\cdot10^{-10}$ m of a crystal lattice calcium metasilicophosphate $Ca_{3,3}(PO_3)_2[SiO_4]_{(0,8(1,0)}F_{0,6}$. Value of volume of an elementary cell of the last

$$V=\sqrt{3/2(9{,}276)^2\cdot6{,}886}=509{,}5\,\overset{0}{A}.$$

Researches have revealed rather certain complex structural changes of a crystal lattice fluorineapatite. In conditions of heat treatment phosphate passes in isotropic a phase with allocation free oxides calcium of cherry color in immersion a preparation. Similar "fluctuations" are observed in spectra EPR Mn^{2+} in apatite [3,6] at replacements in anion parts of apatite. It is caused by that isomorphic geterovalent replacements result in infringement of uniformity of an electric crystal field in position of the calcium borrowing the ninetop polyeders – (Ca1) and calcium on the seventop polyeders (CaП). Together with surrounding ions of oxygen cation Ca1 form coordination complexes CaO_9, a CaП - CaO_6F (or CaO_6OH, CaO_6Cl). Position Ca1 has higher symmetry (C_3) and consequently replacements in anion and cation parts result in infringement of uniformity of a crystal field in position Ca1 that is accompanied by increase in replacement CaП for preservation of power balance owing to what in tests it is found out free оксид calcium. It, in turn, results in replacement in анионной parts PO_4^{3-}(parts $PO^{3-}$with formation of paramagnetic radical PO_3^{2-} in apatite [3] In general, in structure of apatite are possible replacements in anion parts CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, SiO_4^{2-} --- (PO_4^{3-}; PO_4^{3-}--- (PO^{3-}; PO_4^{3-} --- (PO_4^{2-}, which result in formation of paramagnetic radicals CO_3^{3-}, CO^{3-}, PO_3^{2-}, SO_4^{3-}, PO_4^{2-}, that results in change nearest environments Ca1. Replacements in anion are typical a part it(He), Cl--- (F-, in cation parts Sr^{2+} -- (Ca^{2+}. On the data [3] due to distinction of ionic radiuses Sr^{2+} (1,20 Å) and calcium (1,04 Å) distortion of local electric fields in a crystal is possible. Parity ICa1:ICaП changes depending on maintenance Sr^{2+} from 3:1 (Sr^{2+} (1,5 %) up to 1:1 (Sr^{2+}(4 %).

The analysis of results has shown, that in a number of double phosphosilicates it is typical geterovalent isomorphic replacement with preservation of balance of charges, but with change of the metrics of an elementary cell (parameters, volume, etc.)[7].

Thus, as a result of heterogeneous solidphases interactions in the system containing oxydes of calcium, sodium, phosphorus, silicon, are formed complex phosphosilicates, consistently changing structure and parameters of a crystal lattice: sodium-calcium phosphosilicate – calcium phosphosilicate - sodium-calcium silicate – calcium hydrophosphosilicate. It is found out geterovalent isomorphic transition PO_4^{3-} (PO_3^{-}, which results in formation of paramagnetic radical PO_3^{2-}.

CONCLUSION

1. The comparative analysis of diffractograme different samples has been shown during thermochemical processing interaction of components of an initial mix and thermal transformation fluorineapatite proceeds.

2. Infrared spectrum of sodium-calcium hydrophosphosilicate is characterized by two rather intensive strips of 580 and 610 sm^{-1} which concern to deformation fluctuations tetrahedric groups $[PO_4]^{-3.}$ Intensive strips with the interval of 900-1100 sm^{-1} with maxims 1050, 1100 c m^{-1} are characteristed for valent fluctuations of group $[PO_4]^{-3}$. Presence isolated tetraedric groups $[PO_4]^{-3}$ thus come to light.

3. Optimum conditions of synthesis sodium-calcium silicate are temperature 1150-1200 ^{0}C, duration 3-4 h., the silicon module 2,5-3,0. Sodium-calcium silicate crystallizes in pseudo-cubic syngoniya. It's crystals of it are colorless, transparent and submitted spherolius.

REFERENSES

1. Ivanova V.P., Kasatov B..K., Krasavina T.N.,Rozinova E.A. Thermical analysis of minerals and rocks. –L..: Nedra, 1974. –399 pp.
2. Thomson I.B. Chemical reactions in crystals//Amer. Miner., 1969. v.54. No.3-4. PP. 341-371.
3. American X-RAY cataloge. 1973.
4. Gilinskya L.G., Sherbakova M.Ya. Izomorfnia zameshenia I structurnye narusheniya v apatite po dannim EPR. – V knige: Physika apatita.- Novosibirsk:Nauka, 1975. Vip. 50. 7-63PP.
5. Belov N.V. Ocherky structurnoy minerslogyi. M.: Nedra. 1986.-PP - 344.

Қазова Р.Ә., Мусина Ү.Ш., Джамалова Г.А., Сарсембин У.Қ.

Жоғары температурада қаттыфазалық шартта түзілген күрделі фосфосиликаттарды синтездеу және зерттеу

Түйіндеме. Натрий-кальций фосфосиликаттың синтезы жасалды. Қаттыфазалы жүйеде түрлі фосфосиликаттар түзілетін шарттар көрсетілген.

Құрамында кальций, кремний, фосфор, натрий окситтері бар жүйелерде бір қатар олардың катиондық бөлімінде натрий және кальций орналасқан фосфосиликаттар тузілді: натрийлы-кальцийлы фосфосиликат - $Na_8Ca[Si_2O_7][PO_4]_3SiO_{1,5}$. Натрийлы-кальцийлы фосфосиликаттар тек гидротермалдық шарттаемес қаттыфазалы жүйеде түзілуі анықталды. Әртүрлі натрийлы-кальцийлы фосфосиликаттар түзілудің оптималды шарттары анықталды, әр түрлі заттардың диффрактограммалары, инфраспекторлар алынды.

Түйінді сөздер: синтездеу, жүйелер, кальцийлы фосфосиликат, қатты фазалық синтез.

Казова Р.А., Мусина У.Ш., Джамалова Г.А., Сарсембин У.К.

Высокотемпературный твердофазный синтез и исследование сложных силикофосфатов

Резюме Выполнен твердофазный синтез натриевого и кальциевого фосфосиликата.. В процессе синтеза синтеза разработан метод, где исходными компонетами служили фторапатит и кварц.

В системе, содержащей оксиды кальция, кремния, фосфора, натрия мы синтезировали ряд фосфосилкатов, содержащих в катионной части натрий и кальций: натриево-кальциевый фосфосиликат - $Na_8Ca[Si_2O_7][PO_4]_3SiO_{1,5}$. Установлено, что нартиевые и кальциевые силикаты возможно синтезировать не только в гидротермальных условиях, но и в условиях твердофазного синтеза. Определены значения оптимальных условий синтеза, получены инфракрасные спектры натриево-кальциевого фосфосиликата. .

Ключевые слова: синтез, системы, кальциевый фосфосиликат, твердофазный синтез.

ӘҚК 669.053.4

Р.А. Рамазанова, Р.А. Быков, Н.В. Серая, Н.В. Куленова, Е.Ю. Ван
(Д.Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті,
Өскемен, Қазақстан Республикасы, raigul_77_33@mail.ru)

«ШАЙМЕРДЕН» КЕНОРНЫНЫҢ ТОТЫҚҚАН МЫРЫШ КЕНІНІҢ ЗАТТЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Берілген мақалада Қостанай облысындағы «Шаймерден» кенорнының тотыққан мырыш кенінің ірілігінің **түйіршікті құрам**ын анықтау және бұл кеннен мырышты ерітінділеу бойынша зерттеу қорытындылары көрсетілген.

Зерттелетін кеннің ірілігінің түйіршікті құрамын анықтау кезіндегі жеке ірілікті топтардағы бағалы компоненттерді анықтаудың зерттеу қорытындылары және кен сынамасының жалпы сипаттамасы келтірілген. Қостанай облысындағы «Шаймерден» кенорнының тотыққан мырыш кенінен мырышты ерітінділеудегі зерттеу қорытындылары көрсетілген.

Тотыққан мырыш кенінің фазалық құрамын зерттеу кезінде кеннің құрылымдық ерекшеліктеріне, бағалы компоненттер мен зиянды қоспалардың құрамдық түрлеріне қатаң түрде көңіл бөлінді. Сонымен қатар, кеннің күкірт қышқылында ерігіштігі, қышқыл сыйымдылығы және кенді күкірт қышқылдық ерітінділеудегі мырышты бөліп алу дәрежесі зерттелді.

Түйін сөздер. Заттық құрам, түйіршікті құрам, ірілік жіктелімі, ірілік сипаттамасы, бағалы компоненттер құрамы, «Шаймерден» кенорнының тотыққан мырыш кені, күкірт қышқылы, ерітінділеу, бағалы компонентті бөліп алу.

Кіріспе. Қазіргі кезде мырыштың қолданылу аймағының ұлғаюына байланысты оны тұтыну үздіксіз өсіп келеді. Мырышты тұтынудың ортақ жылдық өсімі 10% құрайды [1].

Сонымен қатар, соңғы жылдары сульфидті полиметалды және мыс-мырышты кендер қорының қысқаруынан және қиын байытылатын жартылай тотыққан мырыш құрамды кендерді өңдеудің артуы есебінен шикізат көлемінің төмендеу беталысы аңғарылып келеді.

Сондықтан, мырыш құрамды минералдық шикізаты бар жаңа кенорындарын пайдаланбастан Қазақстанда мырышты өндіруді сақтап қалу мүмкін болып табылады. Себебі, Шаймерден, Жайрем және тағы да басқа кенорындарының қиын байытылатын сульфидті тотыққан мырыш кендерін өңдеудің технологияларын игеру қажет.

Мысалы, Жайрем кенорнының кенін өңдеу қиындығы кеннің құрамының тұрақсыздығы және тотыққан минералдардың болуы әсерінен туындайды [2,3].

Жайрем кенорнының карбонаттық мырыш кендері технологиялық қасиеттері бойынша флотациямен қиын байытылатын және тиімсіз минералдық шикізат болып табылады. 40-60^{0}С температурада күкірт натрийымен алдын ала ыстық сульфидизациялау және Андреев - Девис әдісі бойынша мыс купоросымен белсендіру арқылы мырыш карбонаттарының флотациясы оң нәтиже көрсете алмады [4].

Мырыш карбонатты кендерін күбілік және шоғырлы ерітінділеу арқылы гидрометаллургиялық өңдеу қарапайым технологиялық көрсеткіштер берді [3].

Жайрем кенорнының мырыш карбонаттық кендерін өңдеу кезінде төменгі технологиялық көрсеткіштер алыну себебінен олар кенеусіз кендер қатарына жатқызылады[2].

Тотыққан мырыш кендеріне бай Шаймерден кенорны Солтүстік-батыс Қазақстанда орналасқан. Бұл кенорны құрамы 27,2-29% болатын 1,26 млн.т. мырыштың қорын құрайды[5].

Шаймерден кенорнының тотыққан кендері мырыш минералдарының карбонаттар мен силикаттар түрінде кездеседі.

Шаймерден кенорнының тотыққан мырыш кендерінің күрделі минералдық құрамы минералдық шикізатты нақтылы химиялық талдау кезіндегі мәселелерін анықтайды. Сонымен қатар, мырыштың оксидтік минералдарын байытудың технологиялық көрсеткіштері олардың заттық құрамдарына сәйкес болып табылады.

Бұл жағдайда, Шаймерден кен орнының күрделі мырыш құрамды минералдық шикізатының заттық құрамын анықтау кезінде келесі зерттеулерге аса көңіл бөлген жөн. Берілген шикізаттың минералогиялық, түйіршіктік құрамдарын анықтау, фазалық зерттеу жүргізу және де негізгі физикалық қасиеттерін анықтай білу қажет **[6].**

Сол себепті, тотыққан минералдық шикізаттың күрделі заттық құрамын анықтаудағы комплексті тәсіл, оны өңдеудің оңтайлы технологиясын таңдау кезінде қателіктер жіберу қаупін тудырмайды.

Тәжірибелік бөлім

Зерттеу объектісі Шаймерден кенорнының тотыққан мырыш кенінің сынамасы болып табылады. Бастапқы кен сынамасының химиялық құрамы индуктивті байланысқан плазмалы масс-спектрометр көмегімен анықталды. Тотыққан мырыш кенінің зерттелген сынамасының химиялық талдауының қорытындысы 1 кестеде көрсетілген.

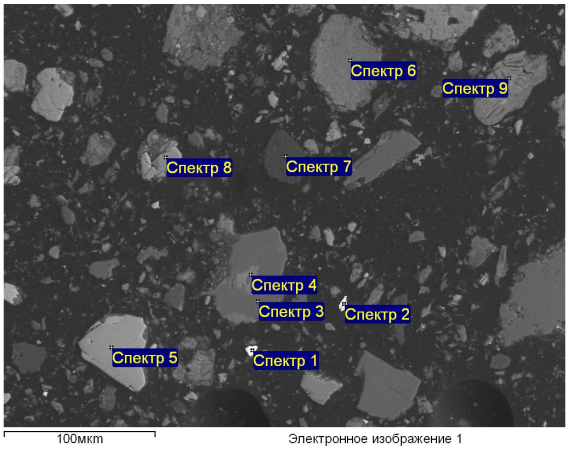
1 кесте. **Кен сынамасының химиялық талдауы**

Элементтер, қоспалар атаулары	Zn	Cu	Pb	Fe	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO
Құрамы,%	22,94	0,05	0,65	4,0	19,76	8,35	8,17	0,86

1 кестеде көрсетілгендей зерттелген кен мырыш және кремний диоксидінің жоғарғы құрамымен ерекшеленеді. Кендегі алюминий, кальций, магний оксидтерінің және сульфидті темірдің мөлшері аз. Кеннің құрамында мыс және қорғасын сульфидтері өте аз мөлшерде кездеседі.

Кеннің сынама үлгілерінің микроқұрылымы JEOL (Жапония) жапон компаниясында шығарылған және энергодисперсті микрозерттеу (ЭДС) INCAEnergy, OXFORD Limited (Ұлыбритания) жүйесімен жабдықталған JSM6390L растрлық электронды микроскопта зерттелді. Зерттеу қорытындылары 1-2 суреттерде және 2 кестеде көрсетілген.

X'Pert PRO рентген дифрактометрінде зерттелген кеннің фазалық құрамы мырыштың карбонаттар мен силикаттар түрінде жиі және сульфидтер мен алюмосиликаттар түрінде сирек кездесетінін көрсетті.



1 сурет. РЭМ – зерттелген кен бетінің бейнесі

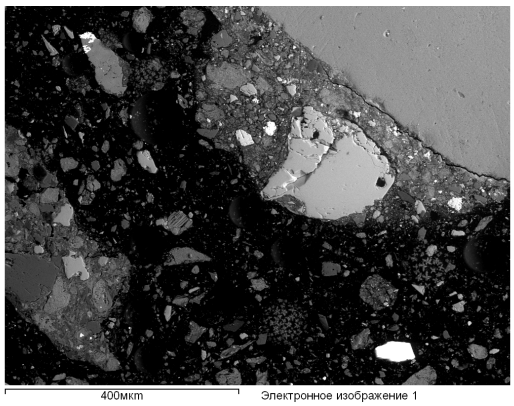
Зерттелген кен сынамасының бетінде (1 сурет) түрлі геометриялық пішіндегі тығыздықтарымен ерекшеленетін дара күйінде, сондай-ақ конгломераттар түрінде әр текті бөлшектер көрсетілген. Сондықтан, еріткіштермен әрекеттесу үдерістің химиялығымен қатар, бөлшектердің өлшемдері, тығыздықтары мен кескіндемелеріне байланысты болады.

2-кесте. **Зерттелген кеннің энергодисперсті микрозерттеу нәтижелері**

Спектр	O	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ca	Ti	Mn	Fe	Zn	As	Br	Pb	Жиыны
Спектр 1	23.21	-	0.77	1.40	4.64	-	2.43	2.00	-	-	0.57	4.32	1.99	-	58.67	100.00
Спектр 2	23.11	-	-	1.48	4.80	-	2.79	3.67	-	-	0.54	4.86	3.15	1.48	54.11	100.00
Спектр 3	58.57	-	0.82	1.69	-	0.28	-	31.87	-	2.50	0.88	3.40	-	-	-	100.00
Спектр 4	45.72	-	4.72	11.87	-	-	-	4.04	-	-	0.95	32.71	-	-	-	100.00
Спектр 5	11.41	-	0.76	1.38	-	45.44	-	0.83	-	-	37.58	2.61	-	-	-	100.00
Спектр 6	43.79	-	4.01	18.70	-	-	-	1.85	-	-	0.99	30.66	-	-	-	100.00
Спектр 7	56.06	-	30.60	5.60	-	-	-	1.36	0.65	-	1.68	4.06	-	-	-	100.00
Спектр 8	39.86	-	1.35	12.06	-	-	-	0.90	-	-	0.80	45.03	-	-	-	100.00
Спектр 9	47.09	0.5	4.46	17.01	-	-	-	1.50	-	-	2.19	27.26	-	-	-	100.00
Макс.	58.57	0.5	30.60	18.70	4.80	45.44	2.79	31.87	0.65	2.50	37.58	45.03	3.15	1.48	58.67	-
Мин.	11.41	0.5	0.76	1.38	4.64	0.28	2.43	0.83	0.65	2.50	0.54	2.61	1.99	1.48	54.11	-

Берілген аймақтың құрамдас бөлігінің негізгі элементі мырыш болып табылады (2 кесте). 1 спектрде (ақ аймақ) пироморфит $Pb_5(PO_4)_3Cl$ фазасына тән оттегі (23,21%) және хлормен (2,43%) байланысқан қорғасын (58,67%) мен фосфор (4,64%) сызықтары басым. Осыған ұқсас фаза 2 спектрде де аңғарылады. 4 спектрде (сұрғылт аймақ) оттегімен (45,72%) байланысқан мырыш (32,71%) және кремний (11,87%) - $ZnSiO_3$ фазасы анықталған. 5 спектрде (ашық сұрғылт аймақ) (37,58%) темір мен (45,44%) күкірт сызықтары басым - пирит FeS_2. 6 спектрде $ZnSiO_3$ фазасы аңғарылады. 7 спектрде (сұрғылт аймақ) көп мөлшердегі оттегімен (56,06%) байланысқан алюминий (30,60%), кремний (5,60%) және мырыш (4,06%) сызықтары басым келеді. Бұл мореснетит (**$4SiO_2 \cdot 2Al_2O_3 \cdot 3ZnO \cdot 6H_2O \cdot 3H_2O$**) фазасына тән. Тотыққан мырыш кенінде осы фазаның болуы ВНИИцветмет зерттеушілерімен белгіленген. 8-9 спектрларында (сұрғылт аймақ) оттегімен (39,86-47,09%) байланысқан мырыш (45,03-27,26%) пен кремний (12,06-17,01%) сызықтары басым келеді. Шамалы мөлшерде темір, кальций және магний микроқоспалар түрінде кездеседі. Белгіленген фазаны $ZnSiO_3$ фазасына ұқсатуға болады. Сонымен қатар, гемиморфит $Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2 \cdot H_2O$ фазасын да аңғарамыз.

Сынама бетінің жалпы спектрлі көрінісінен (2 сурет) минералдық және фазалық құрамның күрделілігін аңғарып, бір уақытта өтетін химиялық реакциялардың алуан түрлілігін болжамдауға болады.



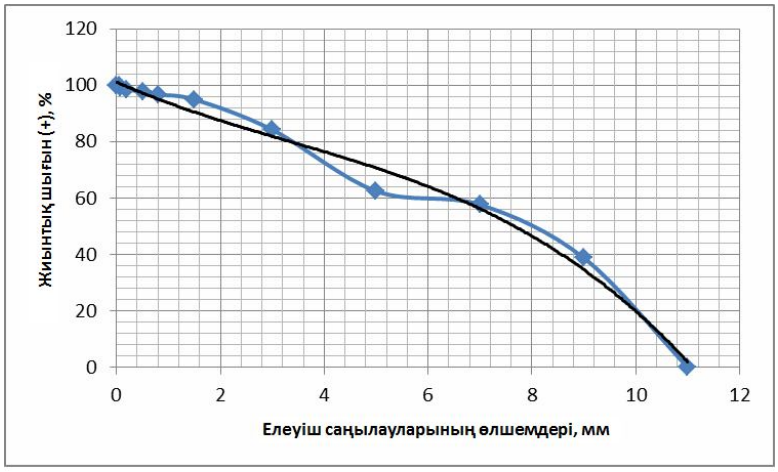
2 сурет. РЭМ – Кен бетінің көрінісі

Тотыққан мырыш кені сынамасының түйіршікті құрамын анықтау үшін саңылау өлшемдері 070; 0,100; 1; 4; 8 және 10 мм болатын елеуіштер жиынтығымен іріктеу жасалынды. Іріктеу нәтижелері 3 кестеде көрсетілген.

3-кесте. **Тотыққан кен сынамасының іріктеулері**

Ірілік кластары, мм	Шығым, %				Мырыштың құрамы, %
	Жеке		Жиынтығы		
	г	%	«плюс бойынша»	«минус бойынша»	
+10	1356	38,74	0	100	20,29
-10+8	661	18,89	38,74	61,26	21,15
-8+6	169	4,83	57,63	42,37	20,08
-6+4	761	21,74	62,46	37,54	21,43
-4+2	3999	10,73	84,2	15,8	24,38
-2+1	544	1,72	94,93	5,07	24,0
-1+0,63	290	0,92	96,65	3,35	23,9
-0,63+0,315	328	1,04	97,57	2,43	24,1
-0,315+0,1	212	0,67	98,61	1,39	23,6
-0,1+0,074	90	0,44	99,28	0,72	23,6
-0,074+0	90	0,28	99,72	0,28	24,1
Жиыны	8500	100	100	0	

«Шаймерден» кенорнының тотыққан кені сынамасының іріктеу нәтижелеріне сәйкес В.А. Олевский әдісі негізінде сынама ірілігінің сипаттамасы тұрғызылды (3 сурет) [9].



3 сурет. Тотыққан мырыш кені сынамасының ірілік сипаттамасы

Тотыққан мырыш кенінің сипаттамасы дөңес болып келген. Бұл кен сынамасында ірі кластардың басым екендігін айқындайды. Сондай-ақ, 3 кестеде көрсетілгендей ұсақ кластардың (класс -0,1+0,074 және -0,074+0 мм) мөлшері өте аз.

4 кестеде көрсетілгендей кен сынамасының ірі кластары ұсақ кластарға қарағанда мырыш мөлшерінің аздығымен ерекшеленеді. Сонымен қатар, тотыққан мырыш кені сынамасының ірі кластарында (ірілігі +2 мм) мырыштың негізгі массалық үлесі шоғырланған.

4-кесте. **Бастапқы тотыққан мырыш кені сынамасының ірілік кластары бойынша мырыштың таралуы**

№ р/б	Ірілік кластары, мм	Шығымы, %	Мөлшері, Zn %	Таралуы, Zn %
1	+10	38,74	20,29	35,11
2	-10+8	18,89	21,15	17,85
3	-8+6	4,83	20,08	4,33
4	-6+4	21,74	21,43	20,81
5	-4+2	10,73	24,38	16,48
6	-2+1	1,72	24,0	1,84
7	-1+0,63	0,92	23,9	0,98
8	-0,63+0,315	1,04	24,1	1,12
9	-0,315+0,1	0,67	23,6	0,71
10	-0,1+0,074	0,44	23,6	0,46
11	-0,074+0	0,28	24,1	0,31
Жиыны		100	22,39	100

Тотыққан мырыш кенінің (ірілігі +2 мм) бастапқы сынамасын ерітінділеу арқылы негізгі параметрді анықтау (күкірт қышқылының концентрациясы) араластырғыш құрылғысы бар реакторда жүргізілді.

Тотыққан мырыш кенінің сынамасын ерітінділеу бойынша тәжірибелер келесі жағдайларда жүргізілді:

- ерітінділеу температурасы: $25^0 C$;
- ерітінділеу уақыты: 1сағат;
- қатты фазаның сұйық фазаға қатынасы $K:C=1:4$;
- күкірт қышқылының концентрациясы, $г/л$: 20, 30, 40, 50, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.

Барлық тәжірибелерде кеннің мөлшері 25 г құрады.

Кенді ерітінділеу бойынша тәжирибелер кезінде сыйымдылығы 0,5-0,6 $дм^3$ ыдысқа қажетті көлемдегі ($0{,}1\ дм^3$) еріткіш (H_2SO_4) құйылды. Бұл қышқыл бастапқы кенге беріліп отырды. Кенді ерітінділеу ыдысына жүктеу үздіксіз араластыру және қыздыру арқылы жүзеге асырылып отырды.

Ерітінділеу соңында қойыртпақты алдын ала қоюландырмастан сүзуден өткізілді. Қатты фазаны (ерітінділеу сүзінділері) сүзгіде фильтрат қалдықтарынан жудық және кептіргіш шкафта $105^0 C$ температурада тұрақты салмаққа дейін кептірдік.

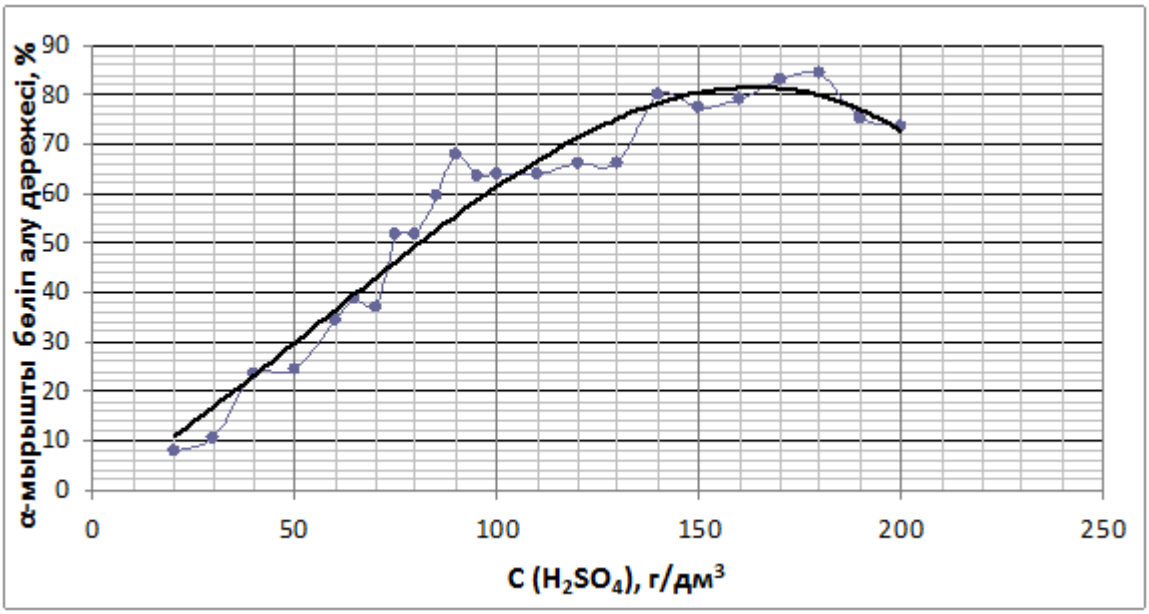
Өнімді ерітінділерді индуктивті-байланысқан плазмалы масс-спектрометрді қолдана отырып, құрамындағы мырыштың мөлшеріне талдау жасадық. Талдау қорытындылары негізінде ерітіндіге мырыштың шығымы есептелді. Өнімді ерітіндіге шығым дәрежесі 5 кестеде көрсетілген.

Тәжірибелер жүргізу барысында «Шаймерден» кенорнының тотыққан мырыш кенінің күкірт қышқылының концентрациясына тәуелділігі анықталды (4 сурет). Жуықтау және деңгейлестіруді есепке ала отыра, сызықтық сипаттағы 3 дәрежелі полиноминалды сызығы алынды.

4-сурет бойынша өнімді ерітіндіге бағалы компоненттердің максималды шығымын қамтамасыз ететін күкірт қышқылының оңтайлы концентрациясын байқауға болады. Ең тиімді көрсеткіштер күкірт қышқылы концентрациясының 150 бастап 180 $г/дм^3$ дейін диапазонында орналасқанын көреміз.

5-кесте. **Күкірт қышқылының концентрациясына байланысты мырыштың өнімді ерітіндіге шығым дәрежесі**

№	$C(H_2SO_4)$, $г/дм^3$	$V_{фильтрат}$, $дм^3$	Zn ерітіндідегі мөлшері, $г/дм^3$	Фильтраттағы Zn мөлшері, $г$	Сұйық фазаға шығым дәрежесі, %	$m_{кек}$, $г$	Масса шығыны, %
1	20	0,063	7,0	0,441	7,69	24,8910	0,44
2	30	0,056	10,5	0,588	10,25	24,7342	1,06
3	40	0,065	20,6	1,339	23,35	24,0931	3,63
4	50	0,056	25,0	1,400	24,41	24,5427	1,83
5	60	0,066	30,0	1,980	34,52	23,3431	6,63
6	65	0,065	34,0	2,210	38,54	23,2647	6,94
7	70	0,057	37,0	2,109	36,77	24,5017	1,99
8	75	0,069	43,0	2,967	51,73	24,1323	3,47
9	80	0,057	52,0	2,964	51,68	24,7926	0,83
10	85	0,062	55,0	3,410	59,46	23,5821	5,67
11	90	0,072	54,0	3,888	67,79	22,7804	8,88
12	95	0,065	56,0	3,640	63,47	22,7157	9,14
13	100	0,069	53,0	3,657	63,77	23,0826	7,67
14	110	0,063	58,0	3,654	63,71	23,0057	7,98
15	120	0,069	55,0	3,795	66,17	23,6561	5,38
16	130	0,070	54,0	3,780	65,91	23,5115	5,95
17	140	0,082	56,0	4,592	80,07	21,1352	15,46
18	150	0,078	57,0	4,446	77,52	20,8339	16,66
19	160	0,077	59,0	4,543	79,22	20,4724	18,11
20	170	0,078	61,0	4,758	82,96	20,6207	17,52
21	180	0,078	62,0	4,836	84,32	22,3809	10,48
22	190	0,072	60,0	4,320	75,33	23,7088	5,16
23	200	0,068	62,0	4,216	73,51	23,7958	4,82

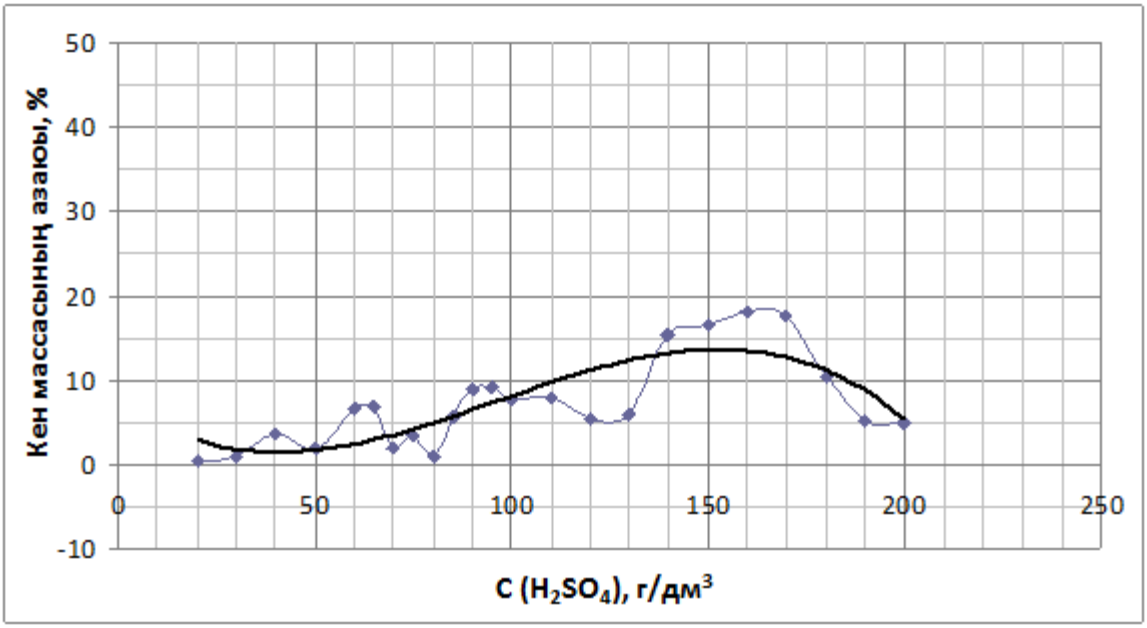


4-сурет. Мырыштың өнімді ерітіндіге шығым дәрежесінің күкірт қышқылының концентрациясына қатынасы

Сонымен қатар, H_2SO_4 концентрациясының 20-100 $г/дм^3$ болуы мырыштың ерітіндіге өту дәрежесінің аз мөлшеріне алып келеді. Бұл жағдай жеткіліксіз жоғары концентрациялы ерітіктер сипаттамаларына тән айқындалған диффузиялық қиындықтармен байланысты [10].

Анықталғандай, мырышты ерітінділеуге күкірт қышқылының концентрациясы 20-100 $г/дм^3$ болатын ерітінділерді қолдану қолайсыз болып табылады. Сондай-ақ, концентрациялары 180 $г/дм^3$ астам ерітінділерді пайдалану тиімсіз. Себебі, бұл жағдай реагенттердің артық шығынына алып келеді және мырыштың ары қарай бөлінуінің артуына мүмкіндік туғызбайды.

Кеннің қышқылдылығын арттыру екі фактормен түсіндіріледі - H_2SO_4 концентрациясының артуымен сорбциялығының жоғарылауы және кендік минералдардың тотыққан күйлерінің толық еруі. Қышқыл концентрациясының өсуінің кеннің қатты массасының мөлшерінің төмендеуіне әсерінің сипаттамасы 5-суретте көрсетілген.



5-сурет. Кеннің масса шығының күкірт қышқылының концентрациясына қатынасы

Алынған нәтижелер (қорытынды)

«Шаймерден» кенорнының тотыққан мырыш кенінің заттық құрамын зерттеу кезінде оның төмендегідей ерекшеліктері анықталды:

- кеннің ірілік сипаттамысы және жеке ірілік кластары бойынша мырыштың таралуы;
- кен сынамасының минералдық және фазалық құрамының әралуандылығы және күрделілігі;
- концентрациясы 20 бастап 200 г/л дейін күкірт қышқылымен кенді ерітінділеу үдерісінің заңдылықтары;
- күкірт қышқылының жоғарғы үлесті шығынымен жүретін ерітінділеу үдерісінің төменгі талғамдықта өтуі;
- кеннен мырышты ерітіндіге өткізуге мүмкіндік беретін ерітінділеу үдерісі кезіндегі еріткіштің оңтайлы концентрациясы (H_2SO_4 концентрациясы 160 $г/дм^3$);
- кеннен мырышты сұйық фазаға 79,22% бөліп алуды қамтамасыз ететін (ерітінді температурасы 25^0C және ерітінділеу ұзақтығы 1 сағат) кенді ерітінділеу жағдайы.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Тарасов А.В., Казанбаев Л.А., Козлов П.А., Тимошенко Э.М. и др. Гидрометаллургическая переработка цинкового сульфидного сырья, Ж. Цветная металлургия, 2005, №4, 24-29 с.

2 Тян В.Д., Генкин Ю.В., Митряева Н.М. и др. Ж. Геология рудных месторождений, 1981, №2, 113-118 с.

3 Тян В.Д., Митряева Н.М. Саденов М.А. и др. Цинковые хемогенные карбонатные руды Жайрема, Известия АН РК, 1992, №4, 28-35 с.

4 Абрамов А.А. Технология обогащения окисленных и смешанных руд цветных металлов, М., Недра, 1986, 304 с.

5 Palenova Ye.E., Belogub Ye.V., Kotlyarov V.A.Mineralogiya okislennykh rud mestorozhdeniya Shaymerden, Ilmenskoye otdeleniye. IMin, UrORAN, 2008 yes.

6 Филиппова Н.А. Фазовый анализ руд и продуктов их переработки, М, Химия, 1975, 280 с.

7 Болгов Г.П. Мореснетит из полиметаллических месторождений рудного Алтая, Алма-Аты, Сборник научных трудов Казахского Государственного Металлургического института, 1956, №13, 52-58 с.

8 Христофоров Б.С. Поведение мореснетита при определении форм соединений цинка в рудах, М, Металлургиздат, Сборник трудов ВНИИцветмета, 1959, №5, 156-157 с.

9 Олевский В.А. Размольное оборудование обогатительных фабрик, М, Госгортехиздат, 1963, 448 с.

10 Колесников А.В., Сычев А.П., Коган И.Ш. и др. Ж. Цветные металлы, 1981, №4, 32-35 с.

REFERENCES

1 Tarasov A.V., Kazanbaev L.A., Kozlov P.A., Timoshenko E.M. i dr. Gidrometallurgicheskaya pererabotka tsinkovogo sul'fidnogo syr'ya, Zh. Tsvetnaya metallurgiya, 2005, №4, 24-29 s.

2 Tyan V.D., Genkin Yu.V., Mitryaeva N.M. i dr. Zh. Geologiya rudnykh mestorozhdeniy, 1981, №2, 113-118 s.

3 Tyan V.D., Mitryaeva N.M. Sadenov M.A. i dr. Tsinkovye khemogennye karbonatnye rudy Zhayrema, Izvestiya AN RK, 1992, №4, 28-35 s.

4 Abramov A.A. Tekhnologiya obogashcheniya okislennykh i smeshannykh rud tsvetnykh metallov, M., Nedra, 1986, 304 s.

5 Palenova Ye.E., Belogub Ye.V., Kotlyarov V.A.Mineralogiya okislennykh rud mestorozhdeniya Shaymerden, Ilmenskoye otdeleniye. IMin, UrORAN, 2008 yes.

6 Filippova N.A. Fazovyy analiz rud i produktov ikh pererabotki, M, Khimiya, 1975, 280 s.

7 Bolgov G.P. Moresnetit iz polimetallicheskikh mestorozhdeniy rudnogo Altaya, Alma-Aty, Sbornik nauchnykh trudov Kazakhskogo Gosudarstvennogo Metallurgicheskogo instituta, 1956, №13, 52-58 s.

8 Khristoforov B.S. Povedenie moresnetita pri opredelenii form soedineniy tsinka v rudakh, M, Metallurgizdat, Sbornik trudov VNIItsvetmeta, 1959, №5, 156-157 s.

9 Olevskiy V.A. Razmol'noe oborudovanie obogatitel'nykh fabrik, M, Gosgortekhizdat, 1963, 448 s.

10 Kolesnikov A.V., Sychev A.P., Kogan I.Sh. i dr. Zh. Tsvetnye metally, 1981, №4, 32-35 s.

Рамазанова Р.А., Быков Р.А., Серая Н.В., Куленова Н.В., Ван Е.Ю.

Изучение вещественного состава окисленной цинковой руды месторождения «Шаймерден»

Резюме. В данной работе приведены результаты исследования по определению гранулометрического состава крупности исследуемой руды и по выщелачиванию цинка из окисленной цинковой руды месторождения «Шаймерден» Костанайской области.

Приведены результаты исследования по определению гранулометрического состава крупности исследуемой руды с определением ценных компонентов в отдельных классах крупности, дана общая характеристика крупности исследуемой пробы. Приведены результаты исследования по выщелачиванию цинка из окисленной цинковой руды месторождения «Шаймерден» Костанайской области.

Внимание уделялось исследованию фазового состава окисленной цинковой руды, ее текстурным структурным особенностям, формам проявления ценных компонентов и вредных примесей. Исследовалась растворимость руды в серной кислоте, кислотоемкость руды, степень извлечения цинка в раствор при сернокислотном выщелачивании руды.

Ключевые слова. Вещественный состав, гранулометрический состав, классы крупности, характеристика крупности, содержание ценных компонентов, окисленная цинковая руда месторождения «Шаймерден», серная кислота, выщелачивание, извлечение ценного компонента.

Ramazanova R.A., Bykov R.A., Seraya N.V., Kulenova N.A., Van E.Yu.

Research of material composition of oxide-bearing zinc ore of Shaimerden deposit

Summary. In this article the results of studies to determine the size distribution of the ore particle size study and on the leaching of zinc from oxidized zinc ore deposit "Shaimerden" Kostanai region.

The results of studies to determine the size distribution of the studied size ore definition of valuable components in individual size classes, the general characteristic size of the study sample. The results of studies on the leaching of zinc from oxidized zinc ore deposit "Shaimerden" Kostanai region.

Attention was paid to the study of the phase composition of the oxidized zinc ore, its textural structural features, forms of manifestation of valuable components and contaminants. Investigated the solubility of the ore in sulfuric acid kislotoemkost ores, the recovery rate of zinc in the sulfuric acid leach solution at ore.

Key words. Material composition, particle size distribution, particle size classes, the characteristic size of the content of valuable components, oxidized zinc ore deposit "Shaimerden" sulfuric acid leaching, extraction of valuable component.

УДК 547.992.2

У.Б. Назарбек, У. Бестереков, О.К. Бейсенбаев, С.П. Назарбекова
(Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэова
Шымкент, Республика Казахстан)

ГУМИНОВАЯ КИСЛОТА УДОБРИТЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА - ТЕХНОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аннотация. Рассматривается возможность получения гуминовой кислоты из отходов добычи бурого угля Ленгерского месторождения. Была предложена технологическая схема, которая отличается от традиционного метода получения. Изучена органическая часть полученной гуминовой кислоты методом ИК-спектроскопии. Определен элементный и минералогический состав продукта на растровом электронном микроскопе.

Ключевые слова: гуминовая кислота, отходы угледобычи, технологическая схема, ИК-спектральный анализ, поэлементный состав.

Гуминовые кислоты (ГК) – природные высокомолекулярные системы нерегулярного строения. Они представляют собой продукты химической модификации растительного сырья: углеводов, белков и лигнина, составляющих основную массу органических веществ почв и твёрдых горючих ископаемых. По химическому составу ГК представляют собой гетерополиконденсаты, основные структурные единицы которых представлены полиоксикарбоновыми и ароматическими кислотами с конденсированными ядрами, включающими кислород -, азот - и серу - содержащие гетеро циклы [1]. Различают несколько групп ГК: растворимые только в щелочных растворах (гуминовые -ГК и гиматомелановые кислоты -ГМК), растворимые в воде, щелочных и кислых растворах (фульвокислоты -ФК). ГК играют важную роль в обеспечении жизнедеятельности растений и выполняют аккумулятивную, транспортную, регуляторную, протекторную, физиологическую функции [1]. Удобрения на основе ГК имеют важное сельскохозяйственное значение. В настоящее время накоплен большой экспериментальный материал, свидетельствующий о положительном влиянии доступных и экологически чистых гуминовых удобрений и стимуляторов роста растений на урожайность и качество сельскохозяйственных культур [2].

Гуминовые кислоты были впервые синтезированы из торфа немецким ученым Ф.Ахардом в результате его экстракции каустической содой и последующей обработке полученного экстракта серной кислотой. Данный способ и в настоящее время лежит в основе выделения гуминовых кислот из любого природного сырья. Характерной особенностью метода является то, что смесь гуминовой и гиматомелановых кислот из продукта экстракции выделяют в виде осадка, после высушивания которого продукционная гуминовая кислота получается в виде сухого порошка темно- бурого или черного цвета. При этом из состава исходного сырьевого материала гуминовые вещества полностью не удается извлечь, так как их определенная часть в виде водорастворимых гуминовых веществ, в частности гуминовые фульвокислоты остаются в составе жидкофазной части продукта экстракции. Более того, с данной частью жидкой фазы продукта экстракции также теряется большое разнообразие минеральных компонентов исходного сырья, значительная часть которых обладает почвоудобрительными свойствами [3].

Как установлено [4], высоко стимулирующий эффект на почвенные процессы проявляют ГК, которые выделяют из низкосортных бурых углей, представляющих собой многотоннажные балласты при добыче энергетических углей, и которые являются перспективным и богатым сырьём для получения гуминовых веществ. В Южном регионе Казахстана расположено Ленгерское месторождение бурого угля. По данным [5] запас балансовой части его составляет 33 956 тыс.т., а забалансовой - 3 244 тыс. т. В результате добычи данного вида углеводородного сырья образовались отходы в количестве более 6 млн.т. [6]. В предыдущих работах авторов [7] были проведены физико-химические исследования данного вида техногенного отхода, которые позволили достаточно обоснованно заключить о том, что этот вид сырьевого материала по химическому составу представляет собой ценное вторичное сырье, пригодное для переработки его в гуминовые кислоты. Более того, наличие в них большого многообразия примесных минеральных микроэлементов и органических веществ, свидетельствует также о возможности применения данных отходов в качестве дополнительного источника сырья для производства комплексных органоминеральных удобрений.

Цель настоящей работы - установление возможностей выделения и разработка технологии получения гуминовых кислот удобрительного качества из данного вида многотоннажного техногенного отхода.

В лабораторных условиях с соблюдением нормативных требований ГОСТа 9517-94 [8] были получены сухие гуминовые кислоты с максимальным выходом 15%. При этом наряду с уносом значительной части водорастворимых гуминовых составляющих отходов добычи бурых углей (ОБУ) в жидкую фазу на стадии солянокислотной обработки также практически полностью теряется и минеральные составляющие сырья.

Поэтому в целях повышения общей степени извлечения гумусовых составляющих из состава объекта исследования - отхода добычи бурых углей, а также исключения потерь ее ценных минеральных составляющих, во изменение положений ГОСТа 9517-94 основной процесс выделения гуминовых кислот завершили на стадии подкисления щелочной вытяжки с последующим удалением нерастворимых и неизвлекаемых составляющих сырья фильтрацией. При этом целевой конечный продукт представил собой жидкофазную коллоидную систему с усредненной плотностью 0,98 г/см^3, pH 0,991 и общей концентрацией гуминовых кислот 22-25%.

На основе проведенных исследований разработана технологическая схема получения гуминовой кислоты, которая приведена на рисунке 1.

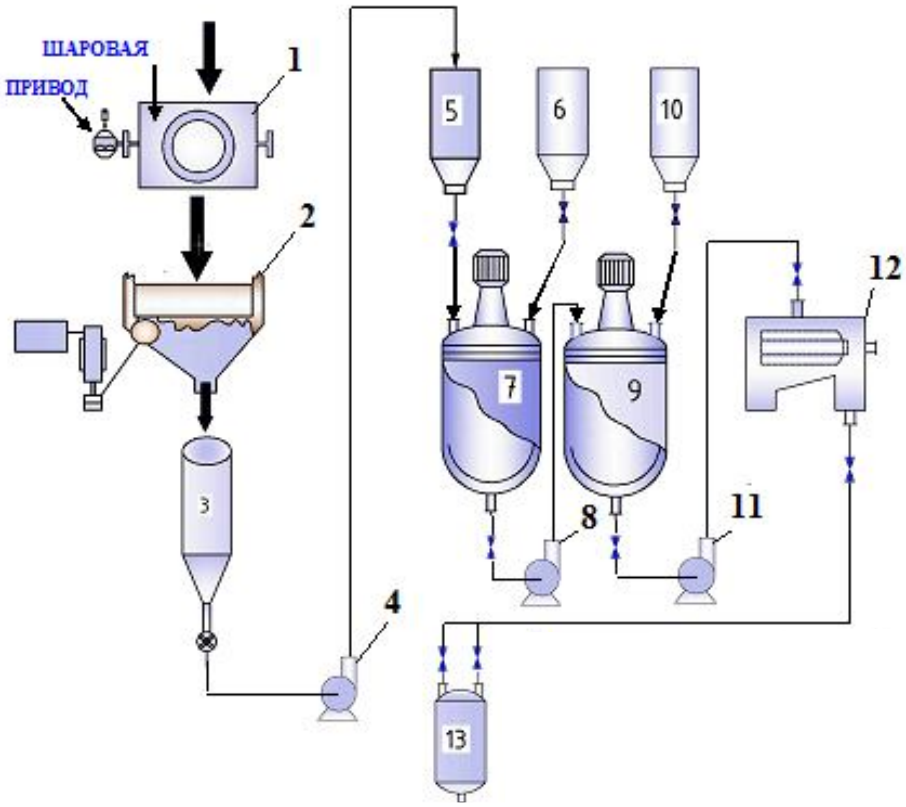


Рис. 1. Технологическая схема получения гуминовой кислоты из отходов угледобычи Ленгерского месторождения

Обозначения: 1– шаровая мельница; 2 – грохот; 3 – емкость; 4 – пневмонасос; 5 – расходомер для угля; 6 – расходомер для 1% КОН; 7 – реактор для получения гуматов; 8 – центробежный насос; 9 – реактор для получения гуминовых кислот; 10 – расходомер для 5% соляной кислоты; 11 – центробежный насос; 12 – центрифуга; 13 – расходомер для гуминовых кислот.

Отходы угледобычи Ленгерского месторождения загружают в шаровую мельницу (1), где тщательно измельчают и направляют в грохот (2). Измельченный отход бурого уголья затем направляют в емкость (3) оттуда через пневмонасос (4) отправляют в расходомер (5). В реактор (7), снабженный мешалкой с электроприводом и паровой рубашкой из емкости (5) загружают уголь, затем подают 1%-ный раствор гидроксида калия из емкости (6). Процесс выщелачивания сырья проводят в реакторе (7) при непрерывном перемешивании при температуре 80°С в течение 2 (двух)

часов. В результате выщелачивания происходит образования гуматов калия. Полученный гумат калия из реактора (7) подают в реактор окисления (9). Из расходомера 10 в реактор (9) подают 5% соляную кислоту для окисления гуматов. В результате процесса окисления гуматы калия переходят в раствор гуминовой кислоты и хлористого калия. Химизм данного процесса можно изложит следующим образом:

$$ОБУ + КОН \rightarrow ГК–СООК + ГМК–СООК + ФК–СООК \quad (1)$$

$$ГК–СООК + ГМК–СООК + ФК–СООК + 3HCl \rightarrow \rightarrow ГК–СООН + ГМК–СООН + ФК–СООН + 3KCl \quad (2)$$

Затем для удаления непрореагировавших частиц угля раствор направляют на осадительно-фильтрующую центрифугу ФГШ (12). В процессе центрифугирования раствора происходит отделение раствора гуминовой кислоты от нерастворимого остатка - гумина.

По разработанной технологической схеме продукционная кислота получается в виде жидкофазной коллоидной смеси, которая состоит из гуминовой, гиматомеланновой и фильвокислот, а также растворенных минеральных составляющих бурого угля – соединений калия, натрия, железа, серы и др.

Для определения органической части полученный продукт подвергался ИК-спектральному анализу на приборе Specord-75 JR в диапазоне 4000-450 $см^{-1}$. При этом перед каждым ИК-спектральным анализом из состава полученной гуминовой кислоты была удалена свободная часть воды упариванием с получением жидкой фазы - pH 0,883. Результаты данных исследований приведены на рисунке 2.

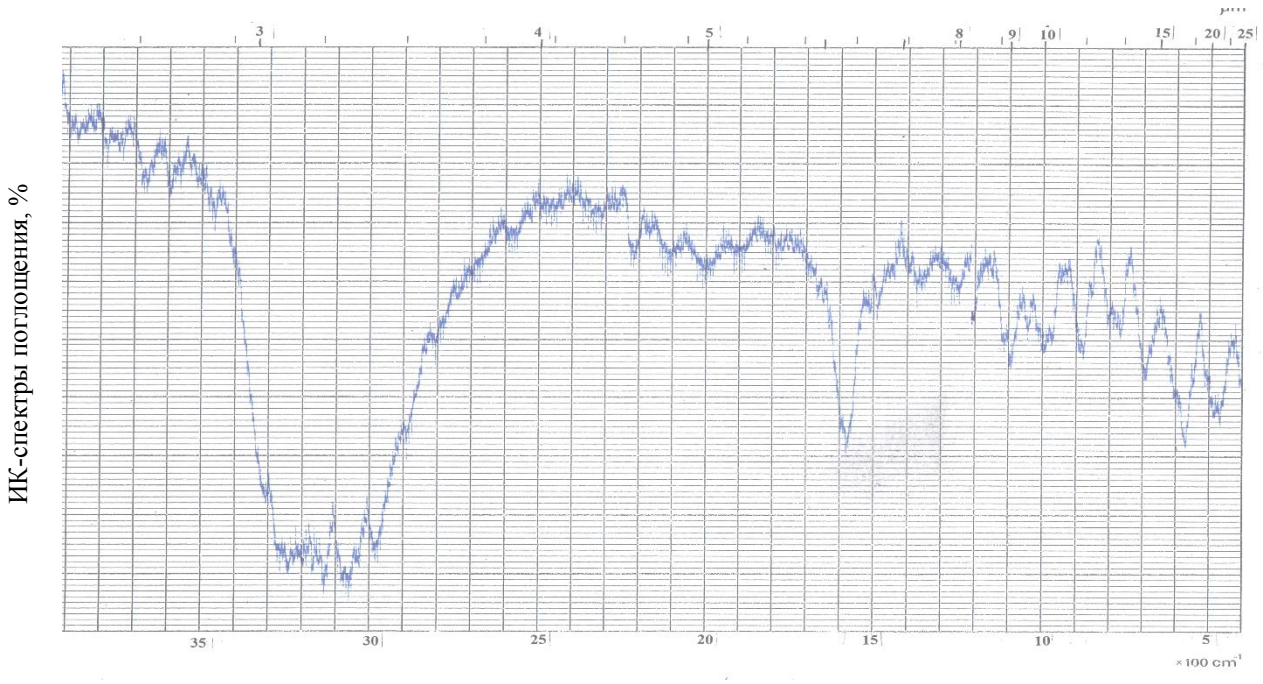


Рис. 2. ИК-спектры поглощения полученной гуминовой кислоты

Как видно из данных рисунка 2, здесь имеются следующие ИК-спектры поглощения:

- интенсивные в интервале 1670-1695 $см^{-1}$, которые характерны для органических соединений карбонильной группы ароматического ряда C(OH)=C-CHO;
- интенсивные колебания в интервале 890-955 $см^{-1}$, которые характерны для органических соединений альдегидов замещения C–HO группой;
- неинтенсивные колебания в интервале 1160, 1230-1260 $см^{-1}$, которые характерны для ароматических альдегидов;
- неинтенсивные колебания в интервале 2080-2280 $см^{-1}$, которые характерны для кремнеорганических соединений ряда Si-H;

- широкие полосы интенсивных колебаний в интервалах 2900-3300 $см^{-1}$ и 3084-3070 $см^{-1}$, которые соответственно характерны карбоновым кислотам с связанной –ОН группой и метильным, метиленовым группам;

- незначительной интенсивности колебания в интервале 2010-2300 $см^{-1}$, которые характерны для соединений алкинов и алленов с группой RC≡CR;

- незначительной интенсивности колебания в интервале 2592-2483 $см^{-1}$, которые характерны хлористоводородным солям аминосоединений;

- дифракционные волны в интервале 1080-1090 $см^{-1}$, которые характерны для кремнеорганических соединений ряда Si-O-C, Si-O-Si.

В таблице 1 приведена характеристика ГК полученная из отходов добычи бурого угля в сравнение с известными данными [9-10] (табл. 1).

Таблица 1**. Характеристика ГК из отходов добычи бурого угля в сравнение с известными данными**

ГК	Частота, $см^{-1}$					
	2930	1720	3400	1630	1256	1100
ГК отходов угледобычи	2900-3300	1695	3300	1670-1695	1230-1260	1160

Из данных таблицы 1 видно, что ИК-спектры полученной гуминовой кислоты имеют характерные для ГК набор полос поглощения. Однако, ввиду того что в настоящем случае сырьем для получения искомого продукта – гуминовой кислоты являются отходы угледобычи, в ИК-спектре имеются полосы поглощения, характерные для кремнеорганических соединений.

Как отмечено выше, в составе выделенной ГК, помимо органических соединений, содержатся также и минеральные вещества. Для определения неорганической составляющей полученная гуминовая кислота подвергалась прокалке при 500^0C. Поэлементный и минералогический состав полученного зольного остатка анализировался на растровом электронном микроскопе. Результаты исследований приведены в таблице 2 и на рисунке 3.

Таблица 2. **Элементный состав прокаленной гуминовой кислоты**

Элемент	Весовой %	Элементный состав пересчитанный на оксиды, %
O	23.68	-
Na	1.06	1,43
Al	2.70	5,1
Si	1.28	2,74
S	1.51	3,77
Cl	34.52	-
K	34.97	42,14
Fe	0.28	0,40

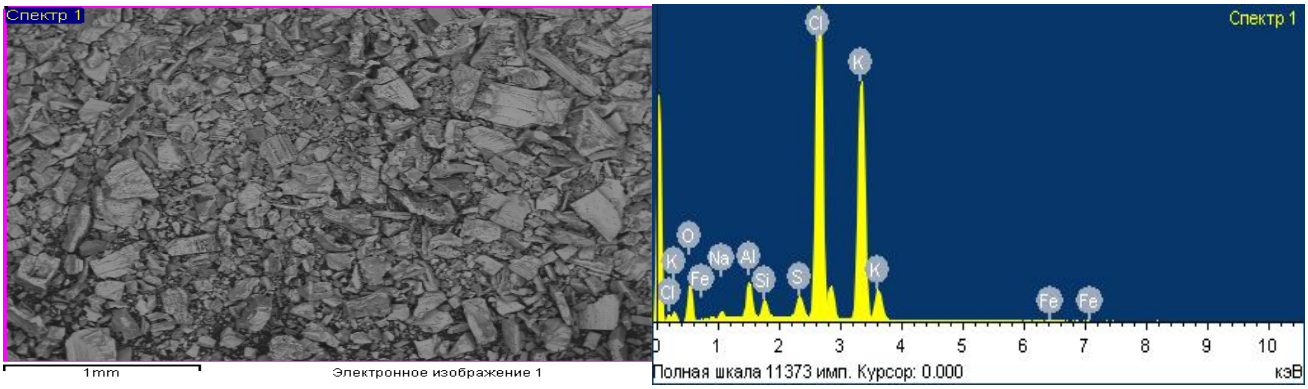


Рис. 3. Микроснимок прокаленной гуминовой кислоты

Установлено, что исследуемая зола имеет сложно-кристаллическую минеральную структуру. Бесцветные обломочно-осколочные кристаллы ромбического и кубического габитуса характерны для хлоритов калия и натрия. Промежуточная мелкозернистая структура, с некоторой изометричностью

таблитчатых бесцветных кристаллов, характерна для алюмосиликатных соединений калия. Мелкие зернистые скопления кристаллов характеризует наличие в микроструктуре исследуемого образца незначительных включении силикатов алюминия, а темные окаёмочные расплывчатые структуры характерны для незначительных включений силикатов железа. Наличие серы до 1,2% является обязательным для всех ГК, что подтверждается и в данном случае. Отсутствие фосфора, содержание которого обычно доходит 0,5%, объясняется тем, что исходным сырьем для получения ГК являлись отходы угледобычи. Достаточно большое количество калия и хлора объясняется тем, что при выщелачивании исходного сырья использовался гидроксид калия, а полученные при этом гуматы подкислялись соляной кислотой.

Таким образом, результаты выполненных физико-химических исследований показали, что гуминовая кислота, полученная из отходов угледобычи Ленгерского месторождения, характеризуется насыщенным составом органических и органо-минеральных составляющих, способствующих подвижности микроэлементов, повышению гумусности почвы, необходимых для обеспечения регуляторной функции почвы, а также обладает удобрительными качествами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ, 1990. 325с.

2.http://www.rusnauka.com/10_NPE_2010/Biologia/61712.doc.htm (Акбасова А.Ж., Сахы М., Уйсимбаева Ж.Т. Влияние гуминовых веществ на физико-химические и биологические свойства почвы. // Сборник трудов НПК «Научное пространство Европы - 10»).

3.Русьянова Н.Д. Углехимия. М.: Изд-во Наука, 2000. 316с.

4.Кухаренко Т.А. О методах выделения гуминовых кислот из торфов и углей. // ХТТ, 1980, №5. С.87-94

5.Мырзахметова Б.Б. «Разработка технологии производства комплексного органоминерального удобрения на основе гуматов местного происхождения». Диссертация на соискание ученой степени доктора философии (phD). 2012г., 152с.

6.Алтыбаев Ж.М. «Научные и технологические основы получения Ni-Co содержащих агломератов в производстве фосфора» Диссертация на соискание ученой степени доктора философии (phD). 2013г., 115с.

7.Назарбек У.Б., Бестереков У., Бейсенбаев О.К., Тлеуова С.Т., Назарбекова С.П. Результаты физико-химических исследований отходов угледобычи Ленгерского месторождения. // Химический журнал Казахстана. 2015. №4.

8.ГОСТ 9517-94. Метод определения выхода гуминовых веществ. Введен 1995-12-28. М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М.: Изд-во стандартов, 1995. 9с.

9.Рогова Т.В., Сюндюкова К.В., Переломов Л.В., Камаева О.А., Шишкова А.Ю., Блохин И.В. Физико-химические характеристики и сорбционные свойства гуминовых веществ бурых углей. // Известия тульского государственного университета. Естественные науки. 2013. Вып. 2, Ч. 1. С. 273-280.

10. Сивакова Л.Г., Лесникова Н.П., Ким Н.М., Ротова Г.М. Физико-химические свойства гуминовых веществ. // Вестник Кузбасского государственного университета.2007. №2. С.88-91.

REFERENCES

1.Orlov D.S. Gumusovyie kisloty pochv i obschayia teoryia gumifikatsii. M.: MSU publishing house, 1990. 325p.

2.http://www.rusnauka.com/10_NPE_2010/Biologia/61712.doc.htm (Akbasova A.Zh., Sakhy M., Uysymbaeva Zh.T. Vliyanie guminovyh veschestv na phisiko-himicheskie i biologicheskie svoistva pochvy. // Collection of papers of NPE «Nauchnoe prostranctvo Evropy - 10»).

3.Rusyanova N.D. Uglehimia. M.: Nauka Publishing house, 2000. 316p.

4.Kukharenko T.A. O metodah vydelenya guminovyh kislot iz torfov i uglei. // KhTT, 1980, №5. 87-94p

5.Myrzakhmetova B.B. «Razrabotka tehnologii proizvodstva kompleksnogo organomineralnogo udobrenya na osnove gumatov mestnogo proishozhdenya». The thesis for the degree of Doctor of Philosophy (phD). 2012, 152p.

6.Altybayev Zh.M. «Nauchnyie i tekhnologicheskie osnovy poluchenya Ni-Co soderzhaschyh aglomeratov v proizvodstve phosphora» The thesis for the degree of Doctor of Philosophy (phD).2013, 115p.

7.Nazarbek U.B., Besterekov U., Beisenbayev O.K., Tleuova S.T., Nazarbekova S.P. Rezultaty phiziko-himicheskih issledovanii othodov ugledobychi Lengerskogo mestorozhdenia. // Chemical Journal of Kazakhstan. 2015. №4.

8.All-Union State Standard 9517-94. Metod opredelenya vyhoda guminovyh veschestv. Introduced in 1995-12-28. M.: Mezhgosudarstvennyi sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii; M.: Standard publishing house, 1995. 9p.

9.Rogova T.V., Syundyukova K.V., Perelomov L.V., Kamaeva O.A., Shishkova A.Yu., Blokhin I.V. Phyziko-himicheskie harakteristiki i sorbtsionnyie svoistva guminovyh veschestv buryh uglei. // News of the Tula State University. Natural sciences. 2013. Edition 2, Part 1. 273-280pp.

10. Sivakova L.G., Lesnikova N.P., Kim N.M., Rotova G.M., Phyziko-himicheskie svoistva guminovyh veschestv. // Vestnik of Kuzbass State University 2007. №2. 88-91pp.

Назарбек Ұ.Б., Бестереков Ұ., Бейсенбаев О.Қ., Назарбекова С.П.

Тыңайтқыштық сападағы гумин қышқылы – технологиясы және кешенді зерттеулер нәтижелері

Түйіндеме. Мақалада тыңайтқыштық сападағы гумин қышқылын Ленгер көмір кенорандарындағы қалдықтардан алу мүмкіншілігі қарастырылады. Гумин қышқынлын синтездеудің технологиялық сызбасы ұсынылады. Алынған өнімнің органикалық (ИК-спектроскопиялық тәсілмен) және бейорганикалық (растролық электрондық микроскоппен) бөлімдерін анықтаудың зерттеу нәтижелері беріледі.

Nazarbek U., Besterekov U., Beisenbayev O., Nazarbekova S.

Humic acid of fertilizing quality - technology and results of complex researches

Summary. This article considers the possibility of receiving humic acids from the waste of brown coal production of the Lenger field. The technological scheme was offered which was different from the traditional method of preparation. The organic part of the received humic acid is studied by an infrared spectroscopy method. The elemental and mineralogical structure of a product in the scanning electronic microscope are defined.

УДК 669,2/8-669,1(047)

Б.С. Бейсенов, И.Н.Бакиров, Р.З.Тагауова
(Казахский национальный технический университет им.К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, tagauovarz@gmail.com)

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ СУРЬМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗМЕЕВИКОВЫХ АВТОКЛАВОВ

Аннотация. На базе патентно-литературного обзора разработаны технология и автоклавы для каталитического восстановления сурьмы из сурьмосодержащих растворов. Отработаны конструктивные и технологические параметры змеевикового автоклава

Ключевые слова: сурьма, автоклав, катализатор, клапан-регулятор, самоиспаритель, змеевик, плунжерный насос

Анализ гидрометаллургических методов переработки сурьмосодержащих материалов и техногенных отходов показывает, что известные кислые и сульфидно-щелочные методы переработки имеют существенные недостатки, из-за которых они не нашли достаточно полного применения. Кислотные методы в основном характеризуются сложным аппаратурным оформлением и тяжелыми условиями труда из-за агрессивности среды и наличия вредных выбросов.

Переработка вышеуказанных материалов в сульфидно-щелочных растворах считается предпочтительней, так как упрощается аппаратурное оформление процесса, но они имеют также существенные недостатки [1]. Предлагается новый высокоэффективный способ получения металлической сурьмы из полученных сульфидно-щелочных растворов, который лишен вышеуказанных недостатков.

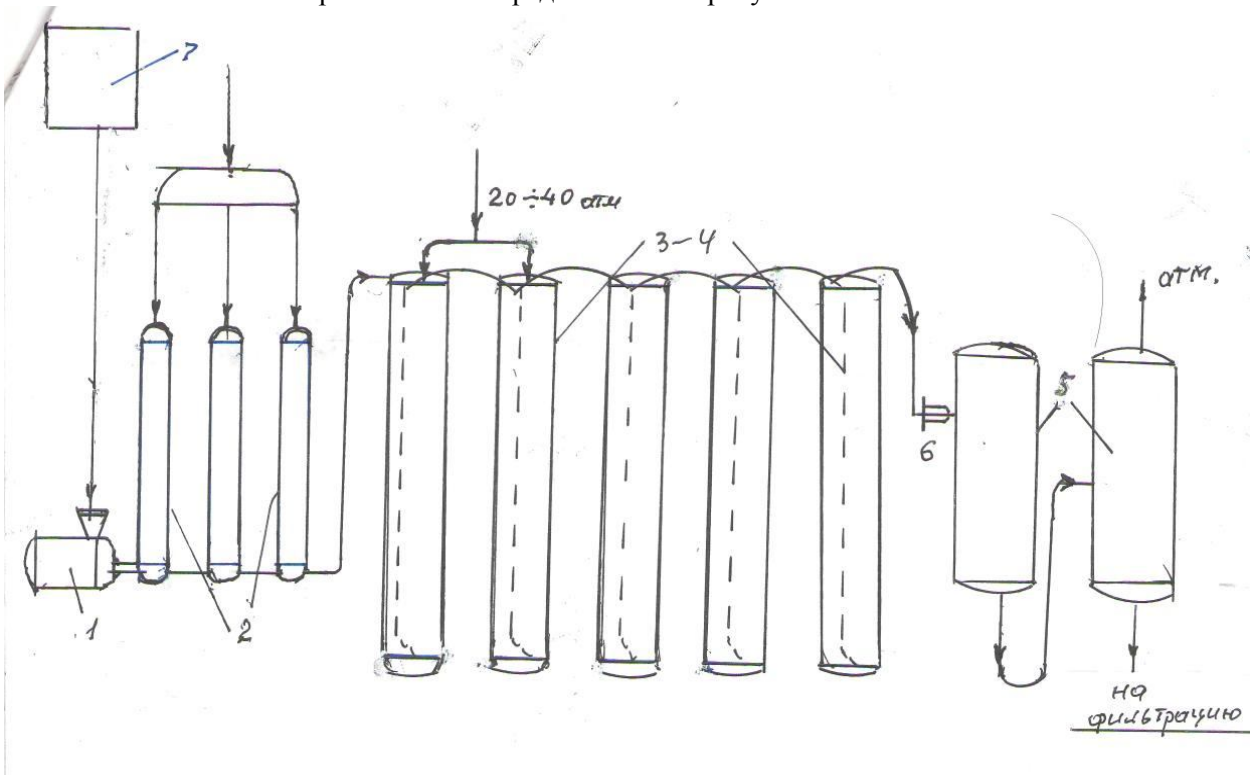
Сущность процесса заключается в обработке сульфидно-щелочного раствора формалином в гидротермальных условиях. При t=270-300°С за 2 часа контакта формалина с раствором сурьма практически полностью восстанавливается до металлического порошка. При этом регенерируется растворитель – сернистый натрий и каустическая сода, а маточный раствор после отделения сурьмяного порошка вновь возвращается в цикл выщелачивания новых порций антимоната натрия.

Для снижения температуры разрабатывается каталитический вариант восстановления. При использовании суспензированных и нанесенных никелевых катализаторов с промоторами процесс восстановления интенсифицируется в несколько раз и температура процесса снижается до 150°С. Автоклавы можно разделить на две группы: автоклавы, работающие без участия газовой фазы и автоклавы, работающие с участием газовой фазы.

К первой группе автоклавов относятся автоклавы конструкции ВАМИ – Гипроалюминия, они не имеют механических мешалок, внутренний объем их целиком заполнен пульпой, перемешивание которой производится турбулентными потоками, образующимися при передавливании пульпы из одного автоклава в другой.

Ко второй группе автоклавов, работающих без участия газовой фазы, относятся аппараты колонного типа без мешалок, так как последние вносят дополнительные трудности в конструкцию

аппарата, усложняющие герметичность последнего. В таких автоклавах перемешивание и транспортирование пульпы производится реакционным газом. Схема работы автоклавов колонного типа без механического перемешивания представлена на рисунке 1.



1 – насос нагнетания раствора в колонну; 2 – подогреватель раствора; 3,4 – батарея последовательно соединенных автоклавов; 5 – система последовательно соединенных аппаратов (самоиспарителей) для разгрузки и охлаждения автоклавной пульпы; 6 – игольчатый регулятор для поддержания требуемого давления и температуры на 1ом автоклаве; 7 – емкости для исходного раствора и восстановителя

Рис. 1. Схема автоклавной установки непрерывного действия

Сурьмусодержащий раствор и восстановитель (формалин или гипофосфит натрия (раствор, полученный гидролизом фосфорного шлама щелочью) через буферную емкость 7 дозатором подается на всасывающий патрубок плунжерного насоса высокого давления и под давлением нагнетается в трубчатый подогреватель 2, где нагревается до требуемой температуры. Пар, образующийся в самоиспарителях, используется для предварительного подогрева раствора, окончательный нагрев до требуемой температуры осуществляется глухим паром высокого давления в автоклавах 3, 4. Этот режим обеспечивается при наличии в батарее 10 последовательно соединенных автоклавов, из которых первые 2 являются «греющими», а остальные – «реакционными». Режим работы автоклавов промежуточный между идеальным смешением и идеальным вытеснением [4].

Восстановление сурьмы формалином при каталитическом варианте осуществляется при температуре 130-150^{0}С в течение часа при постоянном присутствии в колонне большого количества катализатора (70-100 г/л). После накопления в автоклаве порошка сурьмы часть пульпы выпускается в конический чан-отстойник. При каждой выгрузке пульпа через отверстие в конце отстойника самотеком поступает в фильтр и далее в барабан-сушилку и далее потребителю.

Схема, представленная на рисунке 1, громоздкая. Для создания непрерывно работающей установки необходимо иметь 6-10 таких колонных автоклавов с тем, чтобы снижение давления в понизителе давления мало сказалось на изменении давления и температуры в первом автоклаве.

С учетом разработок Венгерской Академии Наук мы упростили схему восстановления сурьмы. Вместо системы автоклавов в схеме поставили обогреваемый при t=150°С трубчатый змеевиковый автоклав (рисунок 2)

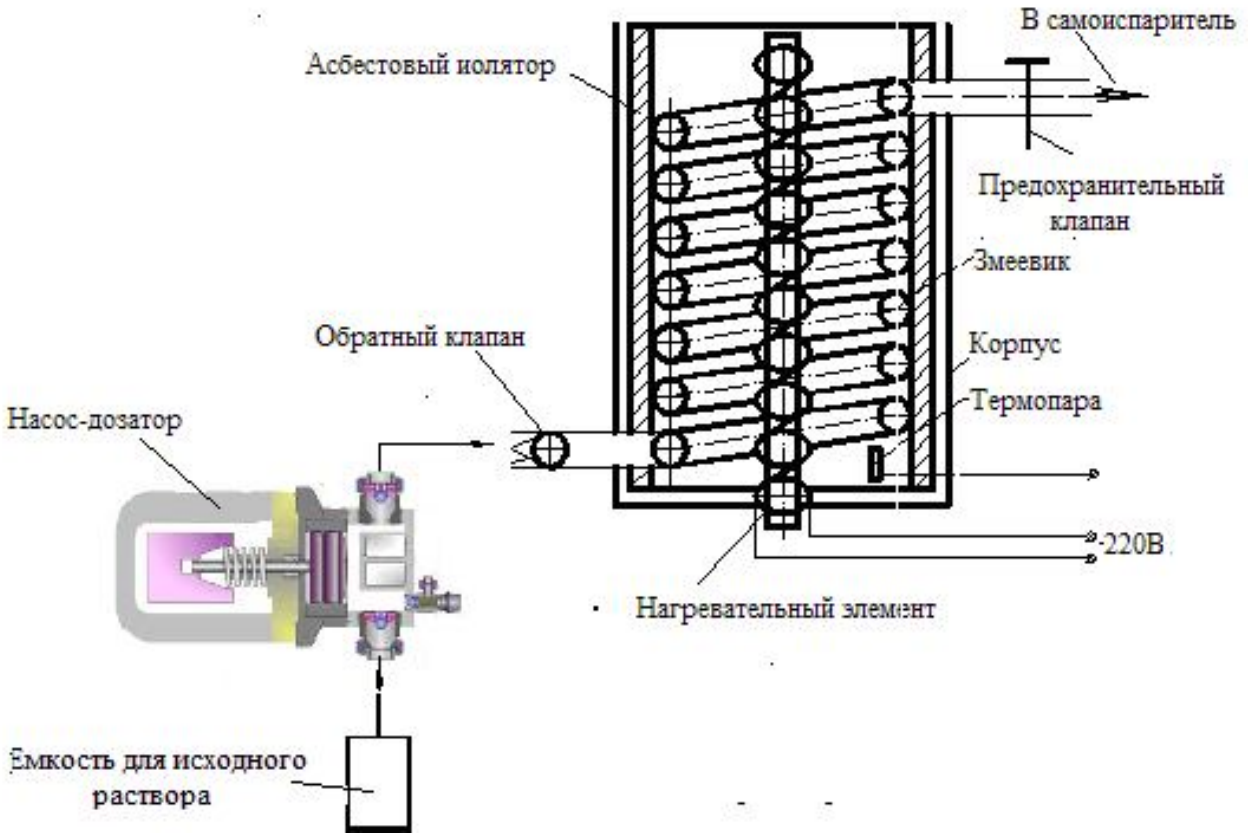


Рис. 2. Схема автоклавной установки змеевикового типа

На первом этапе конструирования подобрали трубку из нержавеющей стали: d =10 мм, толщиной стенки δ=2 мм, длиной L =8 м. Таким образом объем автоклава оказался равным

$$V = \frac{\Pi d^2}{4} \cdot L = \frac{3.14 \cdot 10^2}{4} \cdot 8000 = 6280000 \text{ мм}^3$$

Для придания формы змеевика трубку загнули по спирали d_c=200 мм с шагом h=50 мм, при этом высота змеевика в готовом виде составила 700 мм. В целях эффективного прогрева змеевик поместили в цилиндр с двойной стенкой, а в пространство между стенками поместили асбестовый лист, предварительно намочив его и придав ему форму цилиндрической оболочки [6].

В качестве нагревательного элемента использовали нагревательный элемент в кварцевой трубке. Только такой нагреватель мог обеспечить требуемую температуру в змеевике – по паспортным данным до 400^0С. Для подачи исходного раствора использовали насос-дозатор TEKNA EVO AKL600 NHH0000 **(**итальянского производства**)** производительностью 2.5 л/ч при 20 барах и 3 л/ч при 18 барах. На противоположном конце змеевика установили игольчатый клапан-регулятор, который регулирует сброс пульпы в самоиспаритель, где происходит охлаждение пульпы за счет испарения и отделение восстановленного порошка сурьмы. А маточный раствор направляется на выщелачивание новой порции окисленного сурьмяного сырья и после корректировки раствора по содержанию едкого натра – на автоклавное восстановление сурьмы формалином. Общий вид змеевикового автоклава представлены на рисунке 3.

Рис.3. Общий вид змеевикового автоклава

Скорость подачи исходного раствора в автоклав через насос-дозатор может колебаться в пределах 0,05-0,1 л/ч.. При этом установлено, что для полного извлечения сурьмы из раствора в порошковый металл при скорости подачи раствора 0,05 л/ч., достаточно иметь температуру в реакционной зоне 120-130°С. С увеличением скорости подачи раствора до 0,1 л/ч., для полного извлечения сурьмы, необходима температура в реакционной зоне от 150°С и выше. Т.е. определяющим фактором является время пребывания элементарного объема раствора в зоне реакции.

В процессе работы над змеевиковым автоклавом были учтены выводы сделанные в процессе анализа существующих автоклавов по итогам (материалам) патентно-литературного обзора:

- автоклавы конструкции ВАМИ - Гипроалюминия, применяемые в бывшем СССР для выщелачивания бокситов, могут не иметь механических мешалок;

- исследования Венгерской Академии Наук, что при повышении температуры до 300°С и давления до 8,82 мПа длительность выщелачивания бокситов сокращается до нескольких минут;

- насос высокого давления подает пульпу в обогреваемый стальной змеевик (автоклав), на противоположном конце которого установлен специальный игольчатый клапан регулирующий сброс восстановленной пульпы в самоиспаритель;

- раствор с формалином можно подавать на восстановление под давлением 1,47 – 1,96 мПа, в присутствии Ni-Fe катализатора;

- поддержание твердой фазы (катализатора) во взвешенном состоянии обеспечивается достаточно тонким ее измельчением и соблюдением соотношения между диаметром (d) автоклава и длинной всех автоклав (L) в батарее равном $d : L$=0,01. В нашем змеевиковом автоклаве $d: L$=0,01:10=0,001;

Как ранее указывалось при восстановлении сурьмы в реакторе без катализатора раствор следует подавать в реактор под давлением до 9,8 мПа, а при каталитическом восстановлении сурьмы – под давлением – 1,47 – 1,96 мПа, так что предложенный насос-дозатор пригоден для работы при каталитическом варианте восстановления сурьмы.

Общий вид насоса-дозатора представлен на рисунке 4.

Рис. 4. Общий насоса-дозатора

В выход змеевика установили предохранительный игольчатый клапан для сброса восстановленной пульпы в конический самоиспаритель. Канал линии сброса также выполнили из нержавеющей стали.

Для работы змеевикового автоклава, для поддержания твердой фазы (катализатора) во взвешенном состоянии необходимо достаточно тонкое ее измельчение и соблюдение соотношения между диаметром (d) и длиной змеевика (l) равном $d: l = 0{,}01$. В нашем змеевиковом автоклаве $d: l = 0{,}01:10 = 0{,}001$. Если автоклав змеевикового типа будет иметь размеры d = 10-15мм, l = 10-15м, то можно рассмотреть вопрос загрузки змеевика тонкодисперсным катализатором и вытеснение через него раствора сурьмы при t=150°С .

ЛИТЕРАТУРА

1. Шиянов А.Г. Производство сурьмы. – М.: Металлоиздат, 1961.
2. Сажин Н.П. Сурьма. – М.: Металлургиздат, 1941.
3. Веллер Р.Л., Соболь С.И. Испытания на опытно-промышленной установке разработанной схемы извлечения сурьмы из окисленных и смешанных руд и материалов. Кадамжая и укрупненно-лабораторные испытания с рудами Тургая, часть II. – Укрупненно-лабораторные работы по Кадамжаю. – М.: Гинцветмет, 1952.
4. Шейнин А.Б. Изучение возможности рационализации технологии получения сурьмы. – М.: Гипроникель, 1958.

5. Столярова Е.И. Получение металлической сурьмы из отходов свинцового производства. Алма-Ата, Институт металлургии и обогащения АН КазССР, 1948.

6. Тлеукулов О.М., Степанов Б.А., Шиянов А.Г. Гидрометаллургическая переработка ртутно-сурьмяных флотационных концентратов. – Алмалык: Средазгинцветмет, 1963.

7. Бугенов Е.С., Герасимов И.К., Пономарев В.Д., Байбородов П.П. А.С. СССР №259384 «Способ регенерации сульфидно-щелочного электролита». Опубл. Б.И. №25 05.1970.

8. Агладзе Р.И., Наприндашвили В.Н., Мзареулишвили Н.В., Ломидзе Т.Н. Цементация сурьмы металлическими. //Труды Института металла и горного дела. АН Грузинской ССР. –Т.VIII, 1957 – С. 135-140.

9. Бугенов Е.С. Получение особо чистой сурьмы и антимонида галлия из антимоната натрия. //Химический журнал Казахстана. – Алматы, 2007. – № 3 (17). – С. 252-259.

10. Бугенов Е.С., Адельбаев Д.К. Создание рациональной технологии получения особо чистых мышьяка и сурьмы из отходов и полупродуктов цветной металлургии. //Труды международного форума «Наука и инженерное образование без границ». – Алматы, 2009. – С. 441-445.

11. Куркчи У.М., Байбородов П.П., Ежков А.В., Ишанходжаев С.В. сб. Совершенствование технологии производства цветных металлов: Информационные материалы института Средазнипроцветмет. – Ташкент, 1973. – №8. – С.47.

REFERENCES

1. Shiyanov A.G. Proizvodstvo surmy. – M.: Metalloizdat, 1961.

2. Sazhin N.P. Surma. – M.: Metallurgizdat, 1941.

3. Veller R.L., Sobol S.I. Ispytaniya na opytno-promyshlennoiy ustanovke razrabotannoiy skhemy izvlecheniya surmy iz okislennykh i smeshannykh rud i materialov. Kadamzhaya i ukrupnenno-laboratornye ispytaniya s rudami Turgaya, chast II. – Ukrupnenno-laboratornye raboty po Kadamzhayu. – M.: Gintsvetmet, 1952.

4. Seinin A.B. Izuchenie vozmozhnosti ratsionalizatsii tekhnologii polucheniya surmy. – M.: Gipronikel, 1958.

5. Stolyarova E.I. Poluchenie metallicheskoi surmy iz otkhodov svintsovogo proizvodstva. Alma-Ata, Institut metallurgii i obogashcheniyz AH KazSSR, 1948.

6. Tleukulov O.M., Stepanov B.A., Shiyanov A.G. Gidrometallurgicheskaya pererabotka rtutno-surmyanykh flotatsionnykh kontsentratov. – Akmalyk: Sredazgintsetmet, 1963.

7. Bugenov E.S., Gerasimov I.K., Ponomarev V.D., Baiborodov P.P. Avtorskoe svidetelstvo USSR №259384 «Sposob regeneratsii sulfidno-shchelochnogo elektrolita». Opubl. B.I. №25 05.1970.

8. Agladze R.I., Naprindashvili V.N., Mzareulishvili N.V., Lomidze T.N. Tsementatsiyz surmy metallicheskimi. //Trudy Instituta metalla i gornogo dela. AN Gruzinskoi SSR. –T.VIII, 1957 – S. 135-140.

9. Bugenov E.S. Poluchenie osobo chistoi surmy i antimonida galliya iz antimonata natriya. //khimicheskiy zhurnal Kazakhstana. – Almaty, 2007. – № 3 (17). – S. 252-259.

10. Bugenov E.S., Adelbaev D.K. Sozdanie ratsionalnoi tekhnologii polucheniya osobo chistykh myshyaka i surmy iz otkhodov i poluproduktov tsvetnoi metallurgii. //Trudy mezhdunarodnogo foruma «Nauka i inzhenernoe obrazovanie bez granits». – Almaty, 2009. – S. 441-445.

11. Kurкchi U.M., Baiborodov P.P., Ezhkov A.V., Ishankhodzhaev S.V. sb. Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva tsvetnykh metallov: Informatsionnye materialy instituta Sredazniprotsvetmet. – Tashkent, 1973. – №8. – S.47.

Бакиров И.Н., Тагауова Р.З., Бейсенов Б.С.

Иректі автоклавты қолданып сүрмені каталитикалық қайта қалпына келтіру

Түйіндеме. Патенттік әдеби шолу негізінде құрамында сүрме бар ертінділерден сүрмені каталитикалық қайта қалпына келтіру үшін технология мен автоклавтар дайындалған. Иректі автоклавтың конструктивтік және технологиялық параметрлері жасалған.

Түйін сөздер: сүрме, автоклав, шапшандатқыш, қақпақша-реттегіш, өзін-өзі буландырғыш, ирек түтік, плунжерлі сорғы

Bakirov B.N., Tagauova R.Z., Beysenov B.S.

Catalytic reduction using antimony coils autoclaves

Summary. On the base of patent-literary review technology and autoclaves are worked out for catalytic renewal of antimony from antimony contain solutions. The structural and technological parameters of worm-pipe autoclave are exhaust

Key words: antimony, autoclave, catalyst, valve-regulator, itselfevaporator, worm-pipe, plunger pump

УДК 661.183

А.В. Высоцкая[1], магистрант, Г.Т. Балакаева[1], Е.Н. Панова[2], К.Ж. Буленова[2],
([1]Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева
[2] ТОО « Институт высоких технологий»
E-mail: visockaya_91@mail.ru)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ^{90}SR ИЗ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ МОДИФИЦИРОВАННЫМ КЛИНОПТИЛОЛИТОМ В СТАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. В сорбционном извлечении ^{90}Sr из жидких радиоактивных отходов использовали аммонийно-модифицированную форму клиноптилолита. Эффективность сорбционного извлечения радионуклида была изучена в зависимости от влияния перемешивания, концентрации и времени сорбции. Был определен коэффициент распределения радионуклида между сорбентом и водной фазой, построены кинетические кривые сорбции.

Ключевые слова: сорбция, стронций, статические условия, коэффициент распределения, кинетические кривые.

В настоящее время серьезной проблемой является захоронение радиоактивных веществ, образующихся при переработке ядерного топлива. Исследования, проведенные учеными рядом стран, показали, что цеолиты могут быть использованы для выделения долгоживущих изотопов цезия и стронция. Очистка вод атомных электростанций идет в трех направлениях: 1) извлечение радиоактивных элементов из дренажных вод высокой активности; 2) дезактивация дренажных вод с низкой и средней активностью; 3) накопление радиоактивных дренажных вод для долгосрочного хранения. Одним из основных методов очистки радиоактивных дренажных вод является способ сорбционной дезактивации. В качестве адсорбентов используют клиноптилолит, морденит, NaA и AW-500 и т.д. Для извлечения радиоактивных изотопов пригодны цеолиты, обладающие достаточной высокой стабильностью и устойчивостью к действию высокого уровня радиации [1].

Экспериментальная часть

Зависимость от концентрации модельных растворов и влияния перемешивания

Исследования проводили на модельных растворах Sr^{2+} . Для анализа статики межфазного распределения, навески сорбентов массой по 10 грамм контактировали с модельными растворами при заданных экспериментом параметрах времени, концентрации и влияния перемешивания. Массовое соотношение Т:Ж – 1:100, время контактирования раствора с сорбентом 6 суток. После достижения равновесия раствор отделяли от сорбента и анализировали на содержание поглощенного Sr^{2+}.

Сорбция ионов стронция на поверхности сорбента проходила при 3 разных концентрациях (100 мг/л; 150 мг/л; 200 мг/л).

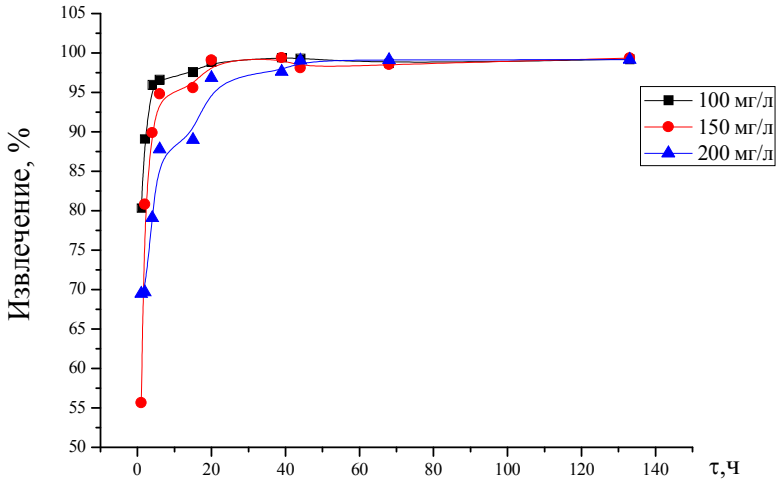


Рис. 1. Зависимость степени извлечения Sr^{2+} от времени, при перемешивании

На рисунке 1 показана зависимость степени поглощения ионов стронция от времени сорбции и влияния перемешивания на процесс извлечения. Видно, что с увеличением времени количество поглощенных ионов стронция в сорбенте растет, и перемешивание заметно интенсифицирует процесс извлечения. Эти результаты показывают, что происходит постепенное насыщение сорбента ионами из раствора и в момент времени, когда на вторые сутки от начала сорбции извлечение достигает 98% наступает медленная стадия установления сорбционного равновесия.

На рисунке 2 показана степень извлечения ионов стронция от времени без перемешивания модельного раствора. Из полученных данных видно, что происходит медленное извлечение стронция, основное количество которого извлекается во временном интервале 100-140 часов.

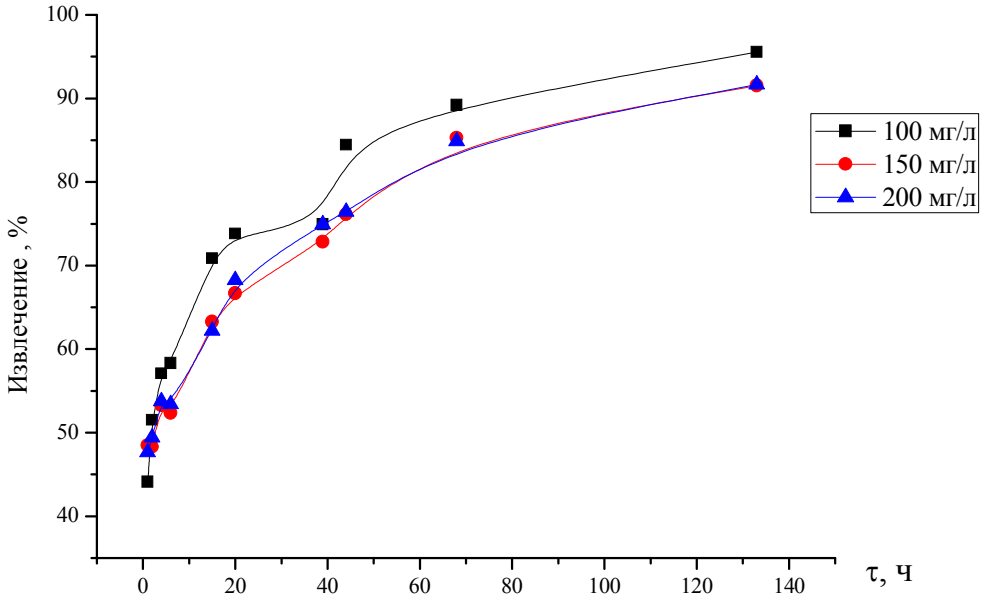


Рис. 2. Зависимость степени извлечения Sr^{2+} от времени,без перемешивания

Анализ этих кривых показывает, что КЛТ-NH_4 формы отличается хорошей кинентикой сорбции. Максимальное извлечение до 99,42 % проходит в процессах, которые велись при перемешивании (рисунок 1). Что касается концентрации, то наибольшее количество стронция извлекается из раствора с начальной концентрацией 100 мг/л, т.е. как видно из рисунка 1, большой процент извлечния идет из расторов с меньшими концентрациями. Уже на вторые сутки (39 ч) от начала сорбции видно, что сорбенты достигают состояния насыщения , кривые выходят на плато.

Из рисунка 2 видно, что максимальное извлечение идет так же из раствора с солесодержанием 100 мг/л (95,55 %), кривые показывающие концентрации 150 и 200 мг/л практически накладываются друг на друга. Если сравнивать с рисунком 1, где равновесние наступает уже на вторые сутки,то на кривых рисунка 2 видно, что процент извлечения растет и достигает своего максимального значения только на шестые сутки, но т.к. опыт был прерван, можно только предположить за какое время системы достигнут равновесного состояния.

Кинетика сорбции

Кинетические кривые (рис. 3) зависимости условного равновесия от равновесной емкости исследуемого сорбента показывают, что основное извлечение стронция из раствора при перемешивании идет в течение первых 2 суток. Максимальное количество ионов извлекается из раствора 200 мг/л.

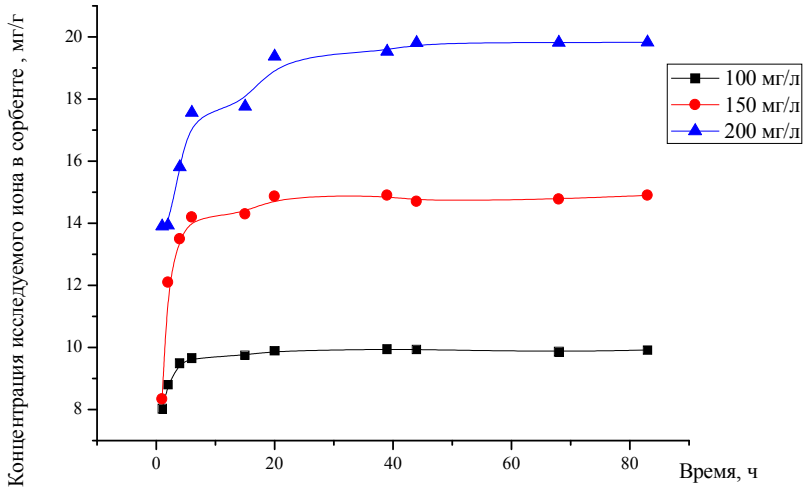


Рис. 3. Кинетическая кривая сорбции стронция при перемешивании раствора

На рисунке 4 видно, что равновесная емкость исследуемого иона в сорбенте растет с увеличением времени и достаточно большое насыщение сорбента исследуемым ионом происходит из раствора с солесодержанием 200 мг/л .Что подтверждает, что насыщаемость у модифицированного клиноптилолита высокая.

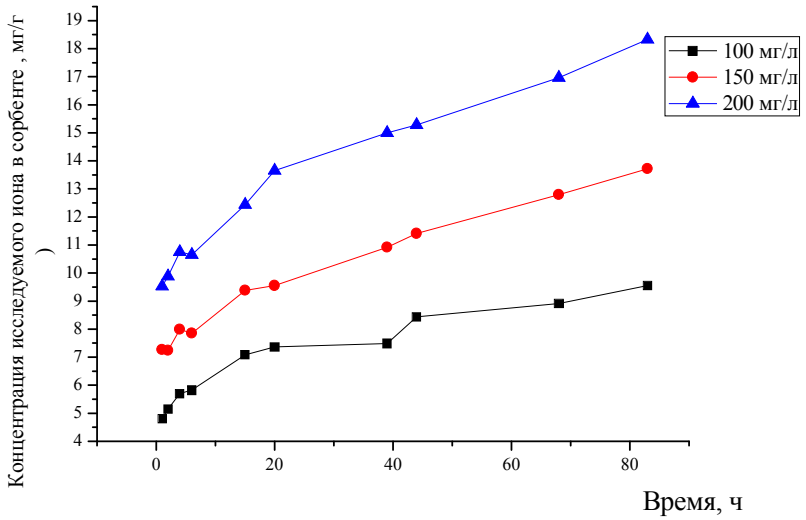


Рис. 4. Кинетическая кривая сорбции стронция без перемешивания

Сорбционная емкость для КЛТ, где велось перемешивание, из раствора 200 мг/л составляет приблизительно 19-20 мг/л. В параллельном опыте без перемешивания, идет постепенное насыщение и сорбционная емкость из раствора с концентрацией 200 мг/л составляет 18 мг/л.

Выводы

1. Изучены физико-химические особенности сорбции стронция модифицированным клиноптилолитом и кинетические закономерности сорбции.
2. Установлено, что более 95-99 % стронция извлекается при перемешивании раствора.
3. При перемешивании извлечение происходит в течение 39 часов.
4. В неперемешиваемых растворах идет постепенное извлечение, которое к концу времени сорбции, достигшему более 130 часов, составило 90-95 %, которое доказывает, что перемешивание интенсифицирует процесс в 3 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Челищев Н.Ф., Володин В. Ф., Крюков В. А. Ионообменные свойства природных высококремнистых цеолитов. - М.: Наука, 1988. - 128 с.

2. Милютин В.В., Гелис В.М., Леонов Н.Б. Исследование кинетики сорбции радионуклидов цезия и стронция сорбентами различных классов.//Радиохимия. 1998. Т. 40. №5. С.418-420.

REFERENCES

1. Chelischev N.F, Volodin V.F., Kryukov V.A. Ion-exchange properties of natural high silica zeolite.- M .: Nauka, 1988.- 128 p.

2. Milyutin V.V., Gelis V.M, Leonov N.B. Investigation of the kinetics of sorption of radionuclides cesium and strontium sorbents of different classes.// Radiochemistry. 1998. T. 40. №5. S.418-420.

Высоцкая А.В., Балакаева Г.Т., Панова Е.Н., Буленова К.Ж.

Статикалық жағдайдаклиноптилолитпен модифицирленген модельді ерітінділерден ^{90}Sr бөлудің физико-химиялық негіздері

Түйіндеме. Берілген мақалада клиноптилорлитпен модифицирленген түрді әр түрлі ластағыштарды бөлуде атап айтқанда, сұйық радиоактивті қалдықтарды радионуклид изотоптарынан бөлу үшін, оларды геохимиялық тосқауыл ретінде пайдаланып сорбциялық материал реттінде қолдану мүмкіндігі қарастырылған

Түйіндік сөздер: сорбция, стронций,статикалық жағдай,таралу коэффициенті, кинетикалық қисықтар.

Vyssotskaya A.V., Balakaeva G.T., Panova E.N., Bulenova K.Zh.

Physical and chemical bases of extraction 90Sr from model solutions modified clinoptilolite under static conditions

Summary. This article discusses the use of the modified clinoptilolite in the form of sorption material to remove different types of pollutants, in particular for the treatment of liquid radioactive wastes from radionuclides isotopes, using them as a geochemical barrier.

Key words: sorption, strontium, static conditions, the distribution ratio, the kinetic curves.

УДК 547.362:547.818:322.3

Ж.О. Шеримова, Т.А. Ягудеев

(КазНТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан. jadra14.90@mail.ru)

ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ АРИЛАРОМАТИЧЕСКИЕ АЗОАЦЕТИЛЕНОВЫЕ СПИРТЫ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ

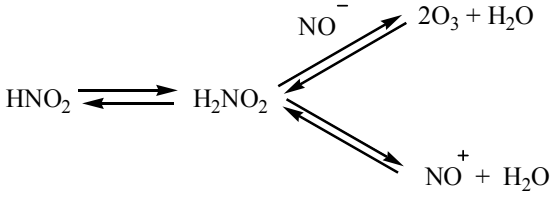
Резюме. Синтезированы гетероциклические арилароматическиеазоацетиленовыесое-динения путем взаимодействия ацетиленида серебра циклических и гетероциклических спиртов с галоидными солями диазония в водных растворах. Изучено реакция гидрирования и гидратаций синтезированных соединений.

Ключевые слова: спирт,гетероциклический, арилароматический, азоацетиленовый, галоидные соли диазония,диазотирование,галоидонитрозил, нитрозоамин.

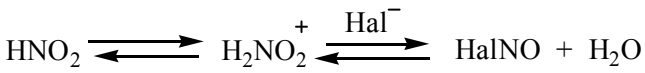
Введение. Азоацетиленовые оксисоединения синтезированы нами взаимодействием ацетеленида серебра циклических и гетероциклических ацетиленовых спиртов с галоидными солями диазония в водных растворах [1,2].

Известно, что наиболее простым и обычно применяемым методом диазотирования является обработка амина, растворенного в водной минеральной кислоте нитритами щелочных металлов [3].

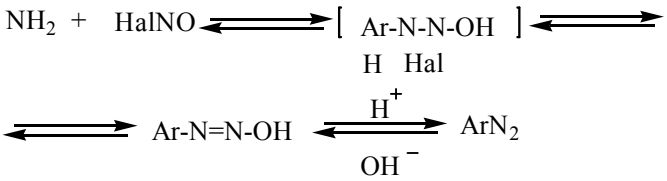
В результате реакции между нитритами щелочных металлов и минеральной кислотой образуется азотистая кислота, которая вступает во взаимодействие с минеральной кислотой, образуя ряд равновесий, а в среде галоидводородных кислот



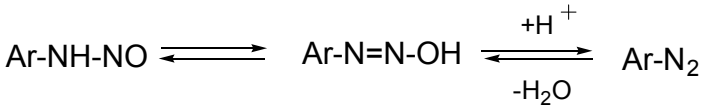
При диазотировании в среде галоидоводородных кислот первым продуктом реакции является



сложный комплекс присоединения амина к галоидному нитрозилу, который превращается в соль диазония:



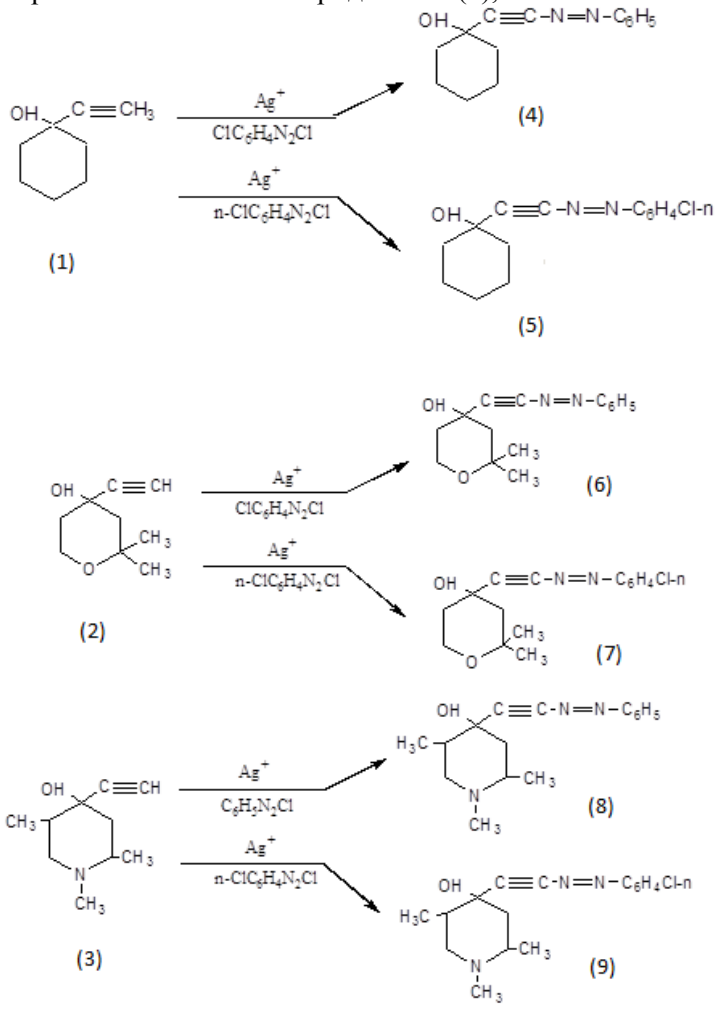
Поскольку нитрозамин находится в таутомерном равновесии с амфотерным диазогидратом, последний в кислой среде моментально реагирует с минеральной кислотой, превращаясь в соль диазония:



Экспериментальная часть

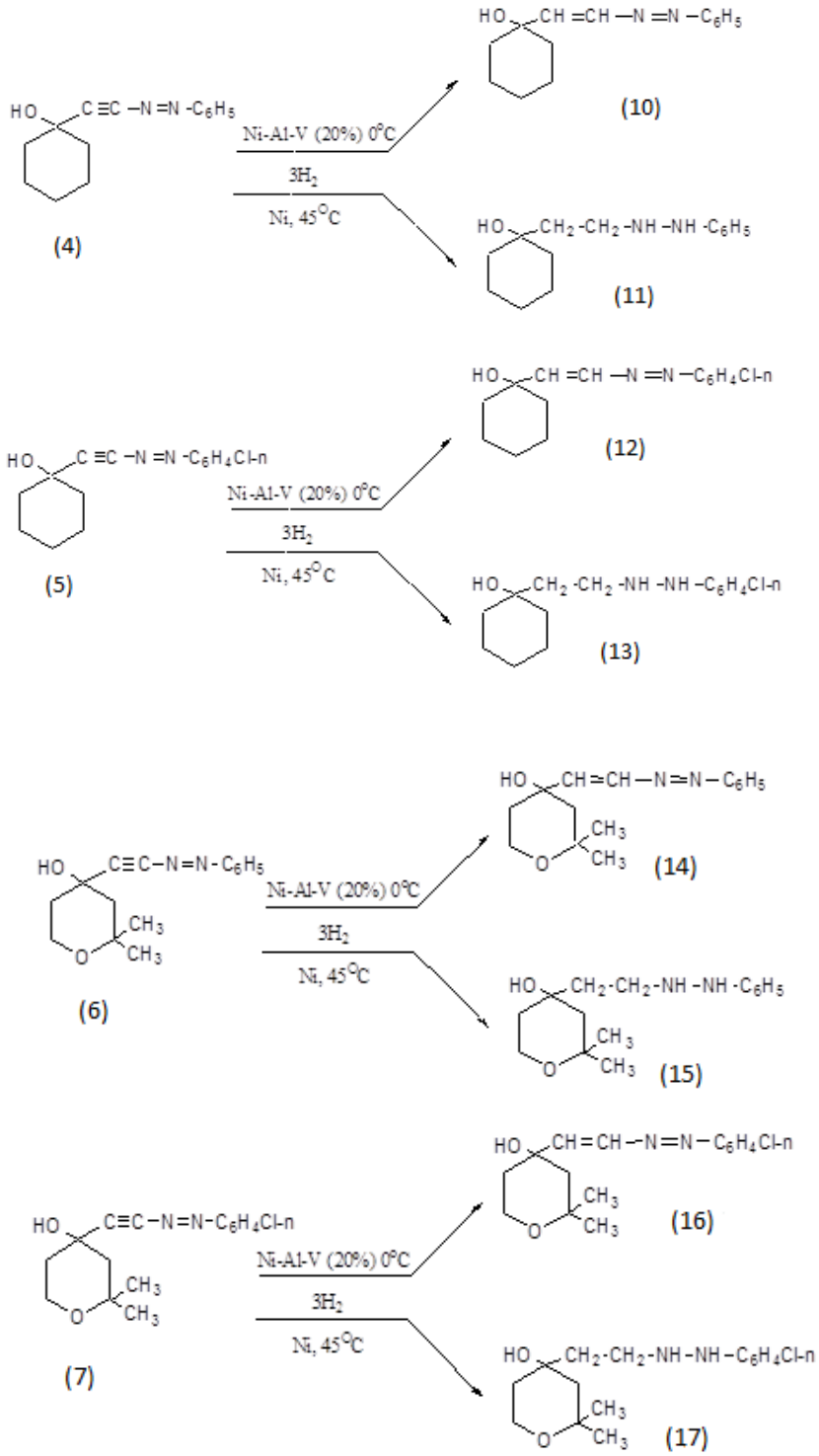
Азоацетиленовые спирты циклического и гетероциклического рядов образуются с высоким выходом. Некоторые продукты реакции, в том числе галоидные соли серебра, образуют с азоацетиленовымиоксисоединениями не разрушаемые водой комплексы, вследствие чего выделенные кристаллические продукты подвергаются дополнительной очистке.

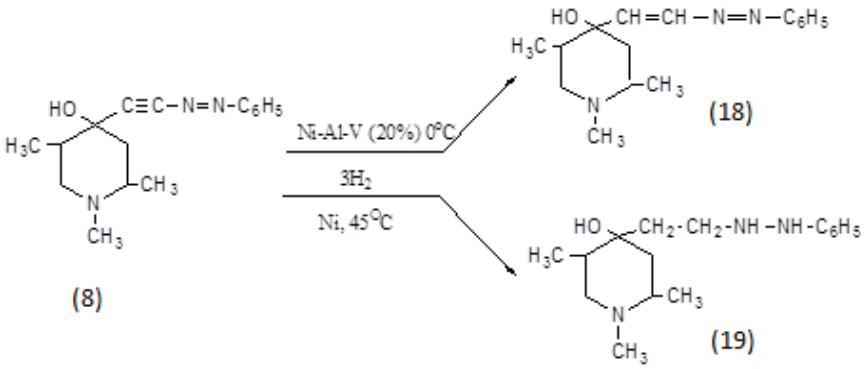
Для синтеза азоацетиленовых гетероциклических спиртов использованы свеже-приготовленные ацетилениды серебра, полученные путем взаимодействия метанольного раствора $AgNO_3$ в NH_4OH с растворенным в метаноле 1-этинилциклогексанолом-1 (1), 2,2-диметил-4-этинилтетрагидропиранолом-4 (2) и 1,2,5-триметил-4-этинилпиперидолом-4 (3), согласно схеме:



Синтезированы 1-фенилазоэтинилциклогексанол-1 (4),1-*n*-хлорфенилазоэтинилциклогексанол-1 (5), 2,2-диметил-4-фенилазоэтинилтетрагидропиранол-4 (6),2,2-диметил-4-хлорфенилазоэтинилтетрагидропиранол-4 (7),γ-изомеры 1,2,5-триметил-4-фенилазоэти-нилпиперидола-4 (8)и γ-изомеры 1,2,5-триметил-4-*n*-хлорфенилазоэтинилпиперидола-4 (9), являющиеся высокоплавкими кристаллическими веществами. Все они меднокоричневого цвета, что характерно для аналогичныхазосоединений, имеющих сопряженные связи (таблица 1).

В целях доказательства строения синтезированных новых азоацетиленовых спиртов и получения на их основе практически ценных продуктов проведено селективное и исчерпывающее гидрирование синтезированных соединений, согласно схеме:





Селективное гидрирование тройной связи до двойной в соединениях прово-дилось в присутствии катализатора из Ni—A1—V- сплава, содержащего 20% (масс.)V при температуре 0°С в среде метилового спирта.

Исчерпывающее гидрирование указанных соединений проводилось в присутствии скелетного никеля при температуре 45°С в среде метанола.

Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 приведены кинетические и потенциометрические кривые гидрирования 2,2-диметил-4-*n*-хлорфенилазоэтинилтетрагидропиранола-4 в метаноле на скелетных никель-ванадиевых катализаторах в метаноле.

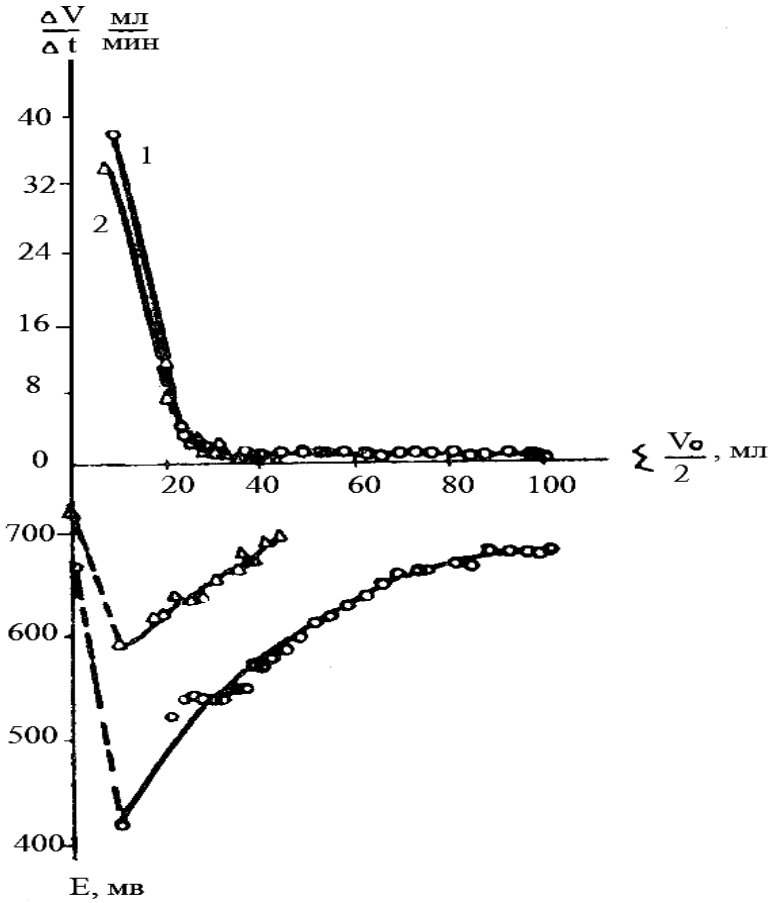
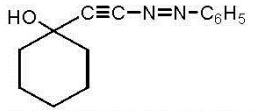
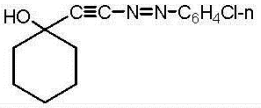
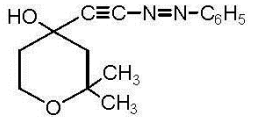
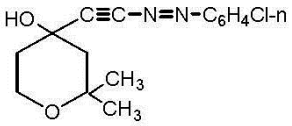


Рис. 1. Кинетические и потенциальные кривые гидрирования 2.2-диметил-4n-хлорфенилдиазоэтинилтетрагидропиранола-4.
1 - при 45 °С; 2 - при 0 °С. Добавка V к Ni-Al-сплаву, масс. % : 1 - 3; 2 – 20.

Таблица 1. **Азоацетиленовые спирты циклического и гетероциклического рядов**

Соединение	Формулы соединений	Выход, %	Т.пл., ^{0}C	Найдено, %				Вычислено, %			
				C	H	N	Cl	C	H	N	Cl
4		70.0	115	73.5	7.0	2.2	-	3.38	6.81	12.1	-
5		92.0	125	63.7	5.7	0.6	13.5	3.46	4.38	9.2	13.1
6	 β-изомер	70.0 72.0	103 181	69.7 70.8	6.9 7.7	0.8 5.5	-	9.2 0.2	6.4 70.5	10.4 14.9	-
7	 β-изомер	93.0 70.0	96 168	61.5 70.8	5.8 7.7	9.3 5.5	12.1	1.64 0.5	3.67 70.1	9.22 15.1	11.98

Гидрирование на скелетном катализаторе (кривая 1) идет до полного насыщения всех непредельных связей (—C≡C—, —HC=CH— так и —N=N— связей), т.е. поглощается теоретически рассчитанное количество водорода. На кинетических и потенциометрических кривых ярко выделяются 2 участка, характеризующих гидрирование, соответственно —C≡C—, —HC=CH— и —N=N— связей. Если тройная связь гидрируется со скоростью 38 мл/мин, то скорость гидрирования двойной и диазо-связи не превышает 1 мл/мин. Потенциал катализатора смещается на 240-260 мВ в момент внесения продукта и стремится к значению обратимого водородного потенциала, превышая к концу реакции значения E° на 20-30 мВ, причем потенциометрическая кривая свидетельствует, что процесс гидрирования идет последовательно. При гидрировании указанного соединения в метаноле на никель-ванадиевых катализаторах (кривая 2), содержащих 20% (масс.) V, при 0 °C наблюдается насыщение только —C≡C— связи, при этом —C≡C— и —N=N— связи не затрагиваются.

Потенциал катализатора смещается всего на 150 мВ и к концу реакции не достигает значения обратимого водородного потенциала. В ИК спектрах соединений имеются характерные частоты (в $см^{-1}$): для —N=N— связи в области 920 и исчезает полоса 3030, характерная для тройной связи. Продукты селективного гидрирования окрашены в темно-коричневый цвет. При исчерпывающем гидрировании указанных соединений выделены соответствующие предельные гидразопроизводные.

Заключение

Изучена реакция гидратации азоацетиленовых спиртов пиранового и пиперидинового рядов. Гидратация этих соединений проходит в присутствии сернокислой ртути в подкисленном водном растворе с хорошим выходом. Реакция протекает присоединением молекул воды по тройной связи с образованием диазокетонов. Вследствие сопряжения π-электронов тройной связи с π-электронами двойной связи бензольного ядра и смещения электронной плотности в сторону электроноакцепторной азофенильной группы.

Известно, что в ИК спектрах поглощение CO-группы в соединениях структуры R-CO-N=N- и R-CO-CH_2-N=N-появляется соответственно в области:1620-1670 $см^{-1}$ (для второй группы) в ИК-спектрах синтезированных нами азокетонов, имеются полосы CO группы в области 1720-1730 $см^{-1}$, характерные для R-CO-CH_2-N=N- соединений. Эти данные подтверждают правильность вышеуказанной схемы гидратации и строения полученных продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1.Ягудеев Т.А. Функциональнозамещенные 1,6-диены, карбо-, гетероциклические мо-но-, полиацетиленовые, ениновые элементоорганические соединения и их полимеры: синтез, превращения и свойства. Автореферат. – Алматы, 2009.

2.Байзуллаев М., магистрант, Ягудеев Т.А., Ягудеев А.Т., магистрант, Нурсултанов М.Е.Труды международных Сатпаевских чтений «Роль и место молодых ученых в реали- зации стратегии Казахстан–2050», посвященных 80-летию КазНТУ имени К.И.Сатпаева, Алматы, 2014. С.169-173.

3. Порай-Кошиц Б.А. Современное состояние вопроса о строении и реакционной способности ароматическихдиазосоединений. Успехи химии, 1970. Т.49.вып.4.С.608-621.

REFERENSES

1. Yagudeev T.A. Funktsionalnozameshchennye 1,6-dieny, karbo-, geterotsyklicheskie mono-, poliatsetilenovyye, eninovyye elementoorganicheskiye soedineniya i ikh polimery: sintez, prevrashcheniya i svoistva. Avtoreferat. – Almaty, 2009.

2. Bayzullayev M., magistrant, Yagudeev T.A., Yagudeev A.T., magistrant, Nursultanov M.E. Trudy mezhdunarodnykh Satpayevskikh chteniy " Rol i mesto molodykh uchenykh v realizatsii strategii Kazakhstan – 2050", posveshchennykh 80-letiyu KazNTU imeni K.I.Satpayeva, Almaty, 2014. S.169-173.

3. Poray-Koshchits B.A. Sovremennoesostoyanievoprosa o stroeniiireaktsionnoys posobnostiaromatiches kikhdiazosoedineniy. Uspekhikhimii, 1970. T.49.vyp.4.S.608-621.

Шеримова Ж.О., Ягудеев Т.А.

Гетероциклді ариларомматты азоацетиленді спирттер және оларды зерттеу

Түйіндеме. Гетероциклдік ариларомматикалық азоацетилендік қосылыстаркүміс ацети- ленидіниңциклдік және гетероциклдік спирттерін галоидтық диазоний тұздарымен әрекеттестіру арқылы синтезделді. Синтезделген қосылыстардың гидрлеу және гидратациялау реакциялары зерттелді.

Түйін сөздер: спирт, гетероциклді, ариларомматты, азоацетиленді, галоидты диазоний тұздары, диазоттау, галоидты нитрозил, нитрозоамин.

SherimovaZh.O., Yagudeev T.A.

Heterocyclic arylaromaticazoethynyl alcohols and their investigations

Summary. Heterocyclic arylaromaticazoethynyl compounds were synthesized by interaction of the silver derivatives heterocyclic alcohols with diazonii salts in water solutions. Hydrogenation andhydratation synthesized compounds also were studied.

Key words: alcohol, heterocyclic, arylaromatic, azoethynyl, halide saltes of diazonium, diazotization, haloidonitrozil, nitrosamines.

УДК 669.21:551.464

А.О. Байконурова, Г.А. Усольцева, С.С. Коныратбекова, Б.А. Мухитдинова
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Институт химических наук имени А.Б. Бектурова,
Алматы, Республика Казахстан, salta_7504@mail.ru)

ИОНООБМЕННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОДА ИЗ ПРИРОДНЫХ ВОД ДЛЯ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ГИДРОМЕТАЛЛУРГИИ ЗОЛОТА

Аннотация. Дано теоретическое обоснование растворения золота иодидными растворителями, даны химические реакции растворения золота в полииодидном растворе и примеры их применения. Для осуществления этого процесса необходимо извлечения иода из природных источников, содержание которого составляет около 0,5 %. Основным ограничением для использования иода в промышленности является его высокая стоимость. Ионообменное извлечение иода из природных вод синтезированными сорбентами, получаемыми поликонденсацией двухатомных фенолов (1,3 диоксибензол, 1,2 диоксибензол, 1,4 диоксибензол), гексаметилендиамина и формальдегида, показало, что сорбционные свойства ионообменников и их избирательность выше известных данных. Так, наличие аминогруппы способствует образованию координационной связи между атомом азота и сорбируемым элементом, при этом повышается селективность процесса и степень извлечения целевого компонента. В результате исследований установлено, что извлечение иода из водных растворов новыми синтезированными ионитами намного выше, чем промышленными ионитами, используемыми в иодобромной промышленности, и предложено дальнейшее применение иода в гидрометаллургии золота.

Ключевые слова: Иодидный раствор, извлечение, ионный обмен, синтезированный сорбент, выщелачивание, сорбция.

Введение и постановка задачи.

Литературными данными подтверждена высокая степень извлечения золота иодными растворителями.

Реакция растворения золота в иод-иодидной системе выражается уравнением:

$$Au^{o} + I_2 \leftrightarrow AuI^{-}_2 \quad (1)$$

В полииодидном растворе возможно образование также комплекса AuI_4^- [1]. Авторы отмечают [2], что путем подбора концентраций иодид-иона и молекулярного иода можно получить ОВП – окислительно-восстановительный потенциал равный – 0,86 ÷ – 0,56 кДж/моль, что достаточно для растворения золота.

$$Au + KI + 0{,}5I_2 + HCl \rightarrow H[AuI_2] + \quad (2)$$

Энергия Гиббса реакции (2) значительно меньше нуля, что говорит о термодинамической вероятности ее протекания даже при комнатной температуре.

Выщелачивание золотосодержащих материалов цианидами и бромидами становится термодинамически возможным, поскольку в системе образуются растворимые комплексные соединения золота $NaAu(CN)_2$ и $H[AuBr_4]$.

$$Au + 2NaCN + 0{,}5O_2 + H_2O \rightarrow NaAu(CN)_2 + NaOH + 0{,}5H_2O_2, \quad (3)$$

$$Au+4KBr+0,6KMnO_4+5,8HCl \rightarrow H[AuBr_4]+0,6MnCl_2+4,6KCl+2,4H_2O. \quad (4)$$

Изобарно-изотермические потенциалы реакций (3) и (4) при этом отрицательны и достигают – 99,1 и – 943,4 кДж/моль соответственно.

Перспективность технологии иод-иодидного выщелачивания золота отмечается в работе [3]. При выщелачивании золота из огарка арсенопиритного концентрата иод-иодидным раствором состав используемого материала был следующим, %: 57,7 Fe; 0,1 Cu; 0,73 Zn; 0,73 Pb; S<1, As<0,1; 33 Au и 21,6 Ag. Показано, что даже при малых концентрациях иода в водном растворе в пределах $CI^-_3=10^{-3} \div 10^{-2}$ моль/дм^3 и температуре системы не более 25 ºС извлечение золота достигает 70 %. Молярное соотношение CI^- : CI^-_3 не превышало 3:1.

Реализация иодидного способа выщелачивания золота возможна при разработке эффективных, в том числе сорбционных способов извлечения иода из иодсодержащих растворов.

Основным ограничением для использования иода в промышленности является его высокая стоимость. Организация регенерации иодсодержащих растворов, а также восполнение потерь иода за счет его извлечения из природных источников высокоэффективными сорбционными методами может позволить значительно улучшить экономические показатели разрабатываемой технологии. Поэтому извлечение иода из природных источников является важной научной и практической задачей.

Известно, что йод находится в природе в рассеянном состоянии в магматических и осадочных горных породах. Он легко вымывается из них водами, а затем может концентрироваться организмами, например, водорослями, зола которых содержит до 0,5% йода [4]. Наиболее распространенной формой запасов йода являются подземные воды нефтяных и газовых месторождений (10-100 мг/л). На территории стран СНГ запасы йода сосредоточены в 19 месторождениях, которые представляют собой подземные воды – йодобромного (в 13 месторождениях) и йодного (в 6 месторождениях) состава. Согласно классификации запасов подземных вод, содержащих йод, к крупным месторождениям относятся месторождения с объемом запасов более 60 тыс. м^3/сут., к средним – от 36 до 60 тыс. м^3/сут., к мелким– менее 36 тыс. м^3/сут. Извлечение йода из подземных вод (рассолов) может производиться адсорбцией твердыми сорбентами и ионным обменом [5].

Ионообменное извлечение иода промышленными сорбентами.

В качестве анионитов были использованы синтетические смолы марки АВ-17 и АМ-2Б. Выбор сорбентов был обусловлен следующим: смола АВ-17 успешно применяется в иодо-бромной промышленности и имеет механическую прочность 92 %. Смола АМ-2Б, используемая в процессах сорбции металлов из пульп, по механической прочности превосходит АВ-17 (прочность – 98 %).

Нами была изучена зависимость насыщения сорбентов иодом от продолжительности процесса. Сорбцию проводили в статических условиях при комнатной температуре. Исходный раствор с концентрацией хлорида натрия – 30 г/дм^3, иода 50 ÷ 100 мг/дм^3 подкисляли азотной кислотой до pH 3, значение которого было выбрано по предварительным опытам.

Навеску смолы при активном перемешивании помещали в емкость с иодсодержащим раствором. Пробы отбирали через каждый час. Полученные результаты приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1. **Результаты сорбции иода на сорбенте АМ-2Б в зависимости от продолжительности процесса**

CI_2 исх, мг/дм^3	Время отбора проб, ч	Концентрация иода в растворе, мг/дм^3	Содержание иода в смоле, мг/см^3
55,3	1	55,3	–
	2	47,4	26,3
	3	43,4	39,6
	4	39,5	52,6
	5	35,5	66,0
	6	35,5	66,0
106,6	1	98,7	39,5
	2	94,8	59,0
	3	94,8	59,0

Насыщение смолы АВ-17 иодом при исходных концентрациях галогена ~ 50 и ~ 100 мг/дм^3 достигается через 2 ч.

Из полученных данных видно, что сорбционное равновесие для смолы АМ-2Б установилось через 5 ч для растворов с концентрацией иода ~ 50 мг/ дм^3, а для растворов с концентрацией иода ~ 100 мг/дм^3 – через 2 ч.

Таблица 2. **Результаты сорбции иода на смоле АВ-17 в зависимости от продолжительности процесса**

Концентрация иода в исходном растворе, мг/дм^3	Время отбора проб, ч	Концентрация иода в растворе, мг/дм^3	Содержание иода в смоле, мг/см^3
51,3	1	47,4	19,5
	2	43,5	39,3
	3	43,5	39,3
102,4	1	86,9	77,5
	2	79,0	117,0
	3	79,0	117,0

Ионообменное извлечение иода новыми синтезированными сорбентами.

Сорбционные характеристики также проверяли на синтезированных ионитах при извлечении иода из водных иодсодержащих растворов. Интерес к сорбции иода был вызван возможностью привлечения в переработку природного иодсодержащего сырья, а также перспективой использования иодидных растворов в технологии золота.

Сорбцию иода изучали из водных растворов концентрацией ~ 200 мг/дм^3 в широком интервале значений pH в течение 24 ч.

Результаты сорбции иода из его растворов синтезированными ионитами в зависимости от pH среды приведены в таблице 3 и на рисунке 1.

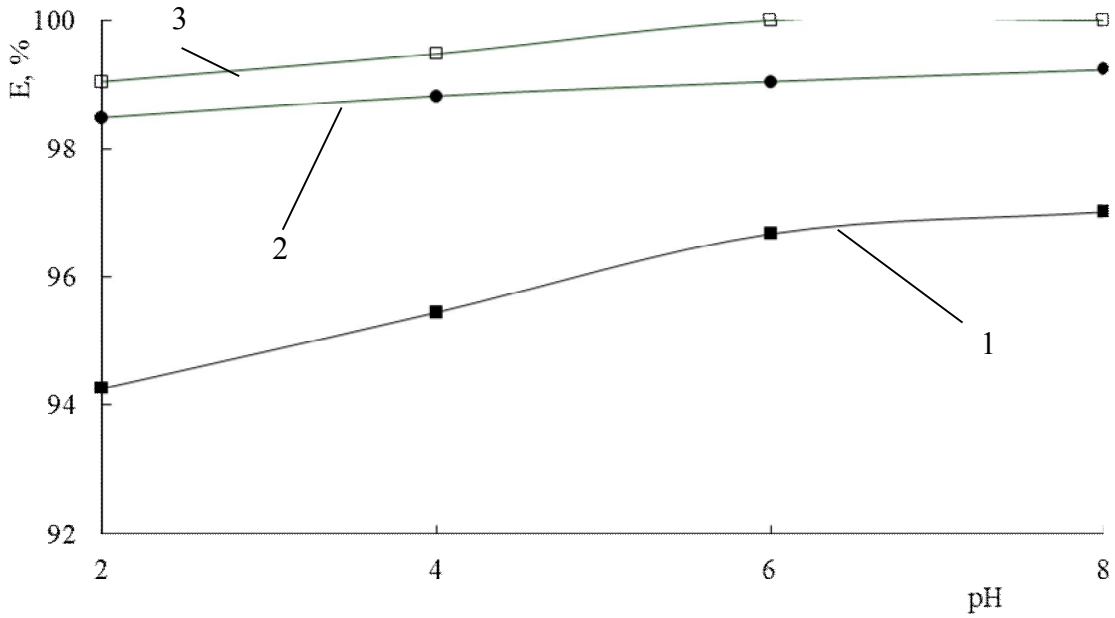
Таблица 3. **Влияние pH раствора на результаты сорбции иода аминосодержащими ионитами**

Шифр сорбента	**pH исходного раствора**	$C_{равн}$, мг/дм^3	Кр, мл/г	lg K_p	СОЕ, мг/г	ε, %
1	2,25	11,48	82199,95	4,92	943,66	94,27
	4,04	9,11	104884,03	5,02	955,49	95,45
	5,11	6,65	145531,01	5,16	967,78	96,68
	7,85	5,97	162676,35	5,21	971,18	97,02
2	2,25	1,90	521846,05	5,72	991,51	99,05
	4,04	1,04	957503,07	5,98	995,80	99,48
	5,11	н/о	-	-	1001,00	100,00
	7,85	н/о	-	-	1001,00	100,00
3	2,25	3,02	326461,29	5,51	985,91	98,49
	4,04	2,34	422781,92	5,63	989,31	98,83
	5,11	1,90	521846,05	5,72	991,51	99,05
	7,85	1,54	645003,70	5,81	993,31	99,23
П р и м е ч а н и е – П олимеры синтезированы на основе: 1 – 1,3 диокси бензола, 2 – 1,4 диоксибензола, 3 – 1,2 диоксибензола.						

Исследования показали, что сорбция иода на синтезированных образцах практически не зависит от pH, и степень извлечения его во всей исследуемой области составляет 94–100 %.

Влияние термообработки и природы двухатомного фенола незначительно, однако предпочтение следует отдать иониту на основе 1,4 диоксибензола, сорбционные характеристики которого являются наиболее высокими [6].

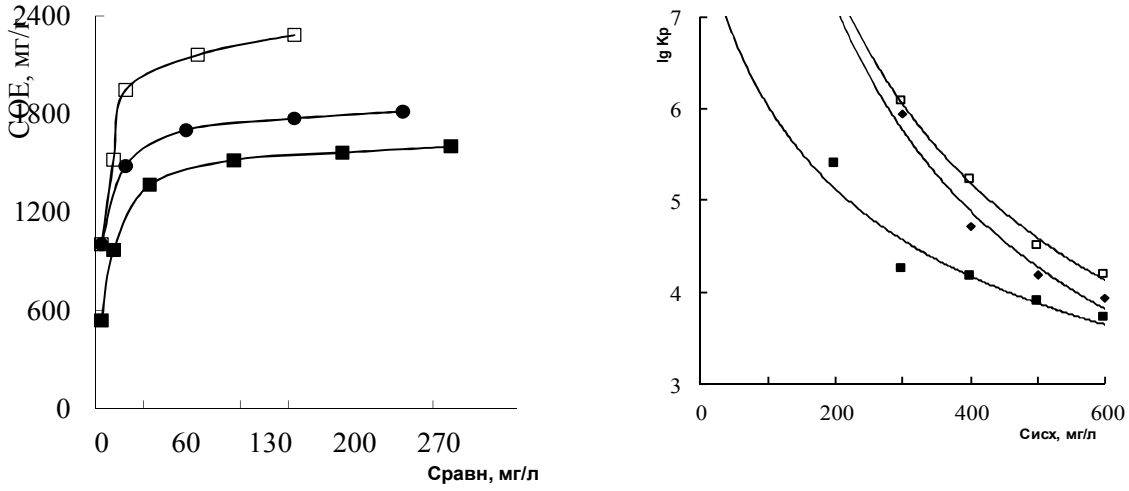
Изотермы ионного обмена строили методом переменных концентраций при использовании одинаковых объемов иодсодержащих растворов (0,5 дм^3) и навесок ионитов (0,1 г) в течение 27 ч. Значение pH растворов поддерживали в найденном оптимальном интервале.



Полимеры синтезированы на основе:
1 – 1,3 диоксибензола,; 2 – 1,2 диоксибензола,; 3 – 1,4 диоксибензола,

Рис. 1. Влияние pH исходных растворов на сорбцию иода аминосодержащими ионитами

Изотермы сорбции и зависимости логарифма коэффициента распределения иода представлена на рисунке 2.



Полимеры синтезированы на основе: 1,3 диоксибензола (■),
1,4 диоксибензола (□), 1,2 диоксибензола (●)

Рис. 2. Изотермы сорбции иода аминосодержащими ионитами

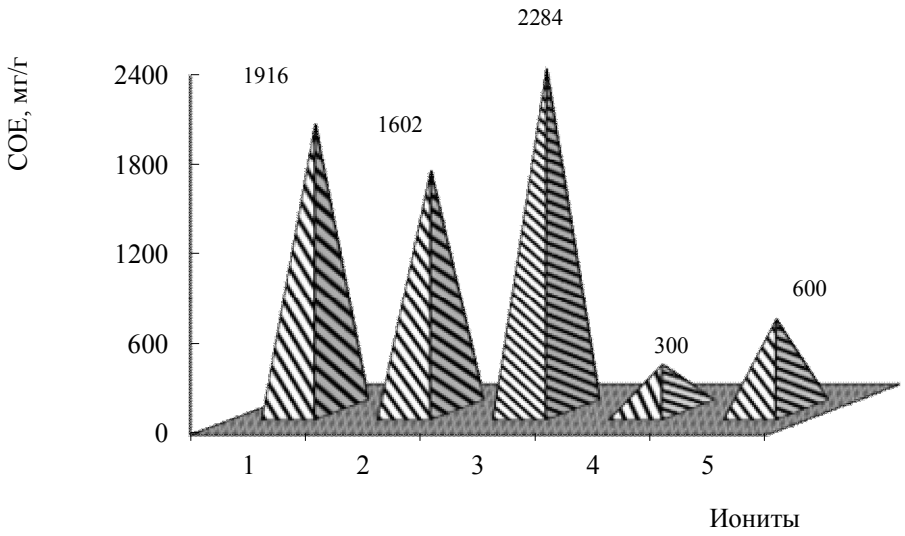
Из полученных данных видно, что изотермы сорбции иода на ионитах имеют выпуклую ($К_{равн}$ > 1) форму. Углы наклона логарифмических зависимостей коэффициентов распределения иода от его исходной концентрации в водном растворе незначительно отличаются друг от друга, что позволяет сделать предположение об идентичности механизма сорбции галогена всеми синтезированными ионитами. Кажущиеся константы равновесия для иода можно расположить в следующий ряд:

$$К_{равн\ 2} > К_{равн\ 3} > К_{равн\ 1}, \quad (5)$$

где индексы 1–3 соответствуют синтезированным ионитам на основе: 1 – 1,3 диоксибензола, 2 – 1,4 диоксибензола, 3 – 1,2 диоксибензола.

На рисунке 3 приведены сравнительные сорбционные характеристики синтезированных ионитов.

Видно, что сорбционная емкость всех синтезированных ионитов по иоду высокая и превышает 1600 мг/г. Наилучшими сорбционными характеристиками отличается ионит, синтезированный на основе 1,4 диоксибензола (СОЕ = 2283,88 мг/г). Полученные результаты значительно превышают показатели сорбции высокоосновного анионита АВ-17 (СОЕ = 300 мг/г), широко используемого в иодобромной промышленности, а также АМ – 2Б (СОЕ = 600 мг/г).



Полимеры синтезированы на основе:
1 – 1,2 диоксибензола, 2 – 1,3 диоксибензола, 3 – 1,4 диоксибензола.
Промышленные иониты: 4 – АВ-17; 5 – АМ–2Б

Рис. 3. Сорбционные характеристики синтезированных ионитов по отношению к иоду

Выводы:

– анализ литературных данных показал, что галогенидное выщелачивание золота, в частности иодидное, из золотосодержащих материалов может являться альтернативным процессу цианирования;

– иод-иодидные растворы является менее экологически безопасными растворителями. Конкурентоспособность иода, как растворителя золота возрастает при разработке методов его регенерации и повторного использования. Существенным сырьевым источником иода являются природные воды, из которых извлечение галогена возможно осуществить высокоэффективными сорбционными методами;

– сорбция иода известными промышленными сорбентами показала, что ионообменное емкость сорбентов составляет для АВ–17 и АМ–2Б соответственно ~ 200 мг/г и ~ 600 мг/г;

– статическая обменная емкость новых синтезированных сорбентов по отношению к иоду значительно превышает показатели известных промышленных ионитов: для сорбентов на основе 1,2 диоксибензола – 1916 мг/г, 1,3 диоксибензола – 1602 мг/г, 1,4 диоксибензола – 2284 мг/г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ласкорин Б.Н. Гидрометаллургия золота. – М.: Металлургия, 1992. – 365 с.

2. Меретуков М.А., Санакулов К.С., Зимин А.В., Арустамян М.А. Золото: химия для металлургов и обогатителей. – М.: Металлургия, 2014. – 412с.

3.Оспанова Г.Ш. О переработке золотосодержащих руд // Комплексное использование минерального сырья. – 1998. – № 1. – С. 91–93.

4. Химия и технология иода, брома и их производных / Под. ред. Яворского С.И. – М.: Химия. –1965. –322 с.

5. Таран Ю.А., Овчинников А.И. Совершенствование промышленной технологии выделения иода из

концентратов. – Москва. – 1990. – 345 с.

6. Ергожин Е.Е., Уткелов Б.А. Хелатные полимерные реагенты. – Алматы, 1998. – 247 с.

REFERENSES

1.Laskorin B.N.Gidrometallurgiya zolota. –M.: Metallurgiya, 1992. –365 s.

2.Meretukov M.A., Sanakulov K.S., Zimin A.V., Arustamyan M.A. Zoloto: khimiya dlya metallurgov i obogatitelei. –M.: Metallurgiya, 2014. – 412 s.

3. Ospanova G.SH. O pererabotke zolotosoderzhashch rud // Kompleksnoe ispolzovanie mineralnogo syrya. – 1998. – № 1. – S. 91–93.

4.Khimiya i tekhnologiya ioda, broma i ikh proizvodnykh / Pod. Red. Yavorskogo S.I. – M.: Khimiya. –1965. –322 s.

5.Taran YU.A., Ovchinnikov A.I. Sovershenstvovanie promyshlennoy tekhnologiy bydeleniya ioda iz kontsentratov. Moskva. – 1990. – 345 s.

6.Ergozhin E.E., Utkelov B.A. Khelatnye polimernye reagenty. – Almaty, 1998. – 247 s.

Байқоңырова Ә.Ө., Усольцева Г.А., Қоңыратбекова С.С., Мұхитдинова Б.А.

Алтын гидрометаллургиясында падалану үшін, табиғи сулардан ионалмасу арқылы иодты бөліп алу

Түйіндеме. Мақалада иодидті ерітінділермен алтынның еруінің теориялық сілтемелері, алтынның полииодидті ерітінділерде еруінің химиялық реакциялары және оларды пайдалану мысалдары берілген. Осы процесті іске асыру үшін, құрамында 0,5 % иоды бар табиғи сулардан бөліп алу қажеттілігін тудырады. Иодтың өзіндік құны қымбат болғандықтан өндірісте оны қолдануға мүмкіндік болмайды. Сондықтан иодты табиғи сулардан ионалмасу арқылы екі атомды фенолдарды (1,3 диоксибензол, 1,2 диоксибензол, 1,4 диоксибензол), гексаметилендиамин және формальдегидті, поликонденсация жолымен алынған синтезделген сорбенттермен бөліп алу, берілгендерден сорбциялық ионалмасу қасиеті мен талғамдылығы жоғары екенін көрсетті. Аминды топтардың болуы сорбцияланатын элементпен азот атомының арасындағы координациялық байланыстың түзілуімен қаблетті болғандықтан бағалы компоненттің бөліп алу дәрежесі мен процестің талғамдылығы жоғары болатынын көрсетті. Зерттеу нәтижесінде сулы ерітінділерден иодты синтезделген иониттермен бөліп алу кезінде, иодбромды өндірісінде пайдаланатын иониттерге қарағанда сорбциялық қаблеті біршама жоғары екендігі бекітілді және ары қарай иодты алтын гидрометаллургиясында қолдануға болатынын ұсынды.

Түйін сөздер: Иодид ерітінділері, бөліп алу, ионалмасу, синтезделген сорбент, шаймалау, сорбция.

Baykonurova A.O., Ussoltseva G.A., Konyratbekova S.S., Mukhitdinova B.A.

Ion exchanges of extraction from natural waters and its application in gold hydrometallurgy

Summary. In the article the theoretical substantiation of gold dissolution iodide solvents are chemical reactions gold dissolution in ion solution and their examples. In order to carry out this process requires extracting iodine from natural sources; the content is about 0.5%. The main limitation for industrial using iodine is high cost. Ion-exchange extraction of iodine from natural waters synthesized sorbents, obtained by polycondensation of dihydric phenols (1,3 dihydroxybenzene, 1,2 dihydroxybenzene, 1,4 dihydroxybenzene), hexamethylene diamine and formaldehyde, shows that the sorption properties of ion exchangers and their higher selectivity of the known data. Thus, the presence of the amino group facilitates the formation of coordination bond between the nitrogen atom and sorbet element, it increases the selectivity of the process and the recovery rate of the target component. The studies found that the extraction of iodine from aqueous solutions with new synthesized ion exchangers is higher than the industry ion exchangers used in iodine industry and suggested the continued application of iodine in the gold hydrometallurgy.

Tags: iodide solution extraction, ion exchange, synthesized sorbent leaching regeneration sorption.

УБК 544.723

[1] Н.Е. Ботабаев, [1]К.К. Сырманова, [2]Э.С. Негим, [1]Ж.Б. Калдыбекова

([1]М.Әуэзов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті

[2] Faculty of Science and Engineering, University of Wolverhampton, Wolverhampton, UK)

АДСОРБЦИЯЛЫҚ ӘДІСТІ ФЕНОЛДЫ ҚАЛДЫҚ СУДЫ ТАЗАРТУ ПРОЦЕСІНДЕ ҚОЛДАНУДЫҢ ПЕРСПЕКТИВАСЫ

Кілт сөздер: мұнайгаз саласы, адсорбция әдісі, қалдық суларды тазарту, вермикулитті сорбент, фенолды қалдық сулар.

Кәзіргі уақытта қалдық суды органикалық ластанудан кез-келген талап етілетін деңгейге, тіпті КҰШ (концентрацияның ұйғарынды шегі) деңгейіне дейін тазалауға мүмкіндік беретін іс жүзіндегі

жалғыз әдіс ол адсорбциялық әдіс болып табылады.

Адсорбция–бұл қандай да бір заттектің сұйықтық немесе газдық фазасында, қатты дененің (адсорбенттердің) беткі қабатына немесе өн бойындағы кеуектілігіне сіңіп кетуінің физико–химиялық процесі. Бұл инерциялық емес тепе-теңдік процесс, дегенмен, оны қалдық суды тазарту үшін қолданған жағдайда оның келесі ерекшеліктерін атап өтпеске болмайды.

Біріншіден[1], тіпті бір еріген заттектің адсорбциясы жағдайында да сұйықтық–қатты адсорбенттің беткі қабатына бөлінісу шегіндегі қоскомпонентті конденсацияланған жүйенің (еріткіш пен еріген зат) күйін қарастыру керек. Сонымен бірге, сұйытылған ерітінді қоскомпонентті жүйемен байланысу нәтижесінде ерітіндіде кездесетін молекуламен адсорбенттің беткі қабаты толық әрекеттеседі, тек беткі қабат атомдарымен әрекеттесу энергиясымен ерекшеленетін ерітінді компоненттерінің молекуласының үйлесімді ығыстыруы ғана компоненттерінің ішінен бірінің таңдалынбалы адсорбциясына әкеледі.

Екіншіден, ерітіндіден адсорбенттің қуысына жаппай көшуінің гидродинамикалық жағдайында да елеулі ерекшелігі байқалады (газбен салыстырғанда сұйықтықтың тұтқырлық пен тығыздық мәні бірнеше есеге көбірек болғандықтан).

Үшіншіден, сулы ерітінділердің ішіндегі адсорбциясы кезінде, газдардың адсорбциясына мүлдем тән емес, ерітіндіде күрделі де көлемді құрылым–мицеллдің пайда болуына мүмкіндік беретін, молекуланың ионизациясы, олардың ассоциациясы сияқты маңызды факторлардың мәнін де ескеру қажет [1].

Көрсетілген ерекшеліктеріне қарамастан, адсорбциялық әдістің тазартудың басқа да әдістеріне қарағанда айтарлықтай бірнеше артықшылықтары бар, Атап айтқанда[2]:

– ластануды тез сіңіруі, бұл өз кезегінде ағып өту жылдамдығын жоғарылатады;

– кіретін ағынның ластану концентрациясын құбылтуының кең диапазоны;

– жоғары дәрежелі улы ластанудың төменгі концентрацияда сорылуы;

– қоршаған ортаның әсеріне процестің тұрақтылығы.

Адсорбциялап тазартудың қолданыс аясының кеңеюіне сәйкес адсорбент таңдау мәселесінің көкейкестілігі арта түседі.

Қалдық суды, соның ішінде мұнайхимия және мұнайөңдеу өндірістерінің де қалдық суларын адсорбциялап тазарту үшін көптеген табиғи және жасанды текті материалдар пайдаланылуы мүмкін. Алайда, қалдық суды органикалық ластанудың (фенолдардың, р – крезолдардың, пестицидтердің, гербецидтердің, нитро – және хлортуынды бензолдардың, беттік – белсенді заттардың (ББЗ), жоғарғы майлы қышқылдардың, және де абсолютті тотықпайтын биохимиялық алуан түрлі көмірсутектердің де) көптеген түрінен тазарту үшін ең көп қолданысты белсендірілген көмір тапты.

Белсендірілген көмірлер – бұл құрылымы бір қарағанда ағаштың құрылымына ұқсайтын қуыстары өзара байланысқан кеуекті қатты зат. Белсендірілген көмір (БК) өндірісінің бастапқы шикізаты ретінде іс жүзінде кез–келген көміртекті материал бола алады: көмір, шымтезек, ағаш және тағы басқалары. Қалдық суды тазарту үшін пайдаланатын адсорбентке қойылатын негізгі талап ішкі бетінің жақсы жетілуіне байланысты болады, ал белсенділігі жоғары БК дайындау процесі аса күрделі және БК синтезі мен өңдеуіне арнайы жағдай жасау үшін қомақты шығынды талап етеді.

Сонымен бірге, адсорбенттер, солардың ішінде БК де, басқа да маңызды көрсеткіштерімен бағаланады [3]: үйкелуге және жаншылуға төзімділігімен, жиынтық кеуектілігімен (0,5 мг/л-ден де жоғары соңғы концентрациясына дейін мұнайөнімін айыру кезінде айрықша мәнді), меласті және метилендік көкті сіңіру сиымдылығымен (синтетикалық ББЗ және мұнайөнімдерін 0,1 – 0,3 мг/л концентрацияға дейін айыру кезінде), иодты, бензолды және фенолды сіңіру сиымдылығымен (ароматикалық және хлорорганикалық қосылыстарды судан тереңдете тазарту, мұнайөнімдерін 0,1 мг/л және одан төмен айыру, сонымен қатар биохимиялы тазартылған қалдық суды толық тазарту кезінде айрықша мәнге ие).

Минералдардың едәуір жоғары адсорбциялық, каталитикалық қасиеттері, олардың геометриялық құрылымын реттеудің тиімді әдістерінің пайда болуы және беткі жағының химиялық табиғаты, ірі өнеркәсіптік кенорындарының болуы вермикулитті адсорбент ретінде пайдалануды экономикалық тұрғыдан алғанда лайықты етеді.Біздің республикамызда да вермикулиттің кенорындары бар. Қазақстан Республикасына вермикулиттің жылдық қажеттілігі пайдалану спектрінің кеңдігіне байланысты[4], ондаған мың тоннаны құрайды.

Бірақ біздің елімізде бұл материалдарды адсорбент ретінде пайдалану зерделенуінің жеткіліксіздігінен әлі кең қолданыс таппай отыр.

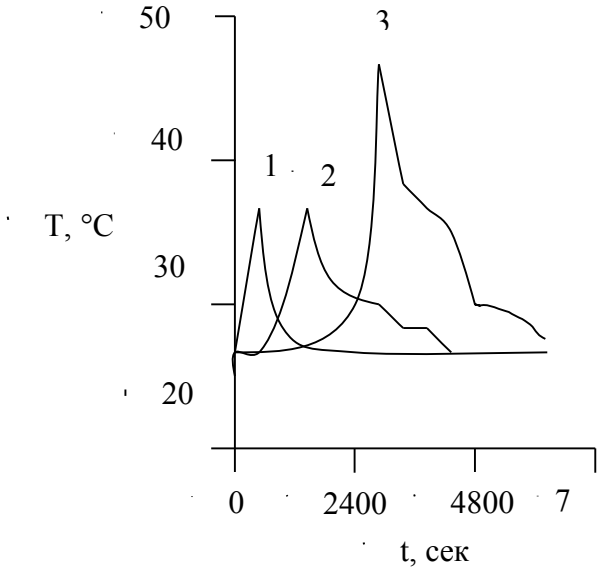
Құрылымды-сіңіргіштік және төзімділік сипатын жақсарту, сол немесе басқа да заттекке іріктелінуін жоғарылату, ассортиментін ұлғайту, дайындау технологиясын оңайлату және өнеркәсіптік адсорбенттердің өндірісін арзандату мәселесі салмақты болып тұр.

Жұмыста пайдалануының тиімді аумағын анықтау мақсатында және сол негізде адсорберлер жасап, зиянды қоспаларды бөліп алу мен химиялық пен мұнайхимиялық өндірістердің өнімін тазарту үшін, Оңтүстік Қазақстан облысындағы кенорындары вермикулитінің адсорбциялық қасиеті зерттелген [5-6].

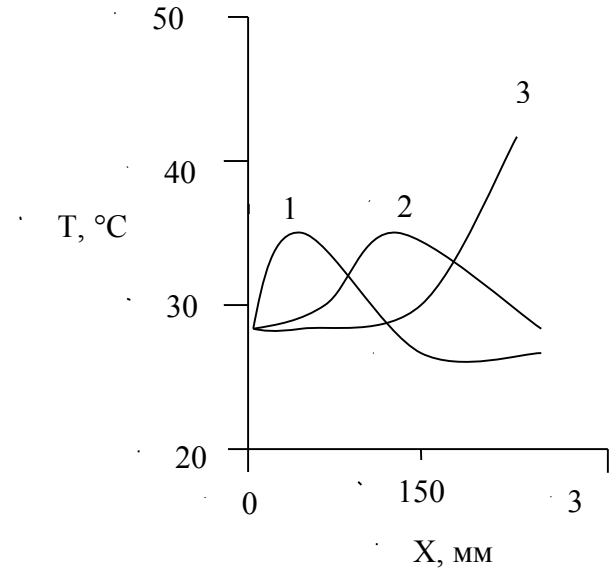
Эксперименттік нәтижелерді талқылау

Зерттелініп отырған ерітіндідегі фенолдың мөлшерінің анализі нәтижесінде бағанадан шығуы мен адсорбциялық қабаттың ұзындығының концентрациялық қисығы алынды (сур. 1, 2).

Эксперименттік қисық анализі, 7- сағаттық көмірлі бағананың фенолмен қанықтыруы кезінде көмірді қанықтыру дәрежесі фенолдың (1000мг/л) бастапқы концентрациясының 80% құрағанын көрсетті. Алынған қисықтың сипатын толығымен әдебиеттегі деректермен [7-9] салыстырамыз. Фенол концентрациясы бойынша «секіріс» бағанадан шығу кезіндегі эксперименттің алғашқы 0,5 сағатынан кейін басталды, содан соң айырып алынатын фенолдың концентрациясы 800мг/л дейін үдемелі түрде арта берді. Әлбетте, адсорбциялық кезеңді ұзартқан кезде фенолдың шығыс концентрациясы ең төменгі мәніне жетуі тиіс, тап осы жағдайда–1000мг/л.



Сур. 1. Уақытқа байланысты ағын температурасының өзгеруінің эксперименталды қисығы:
1 – h = 50мм; 2 – h = 150мм; 3 – h = 250мм



Сур. 2. Қабат ұзындығына байланысты ағын температурасының өзгеруінің эксперименталды қисығы:
1 – τ = 600сек; 2 – τ = 2400сек; 3 – τ = 3600сек;

Адсорбциялық динамиканың алынған эксперименталь нәтижелері сіңіргіштік фазаны суды дүркін келетін органикалық ластанудың концентрациясынан тазарту процесі үшін пайдалануға мүмкіншілігінің барлығын дәлелдейді. Ағынды толық тазарту үшін және де таза биологиялық тазарту әдісінің күші келмейтін органикаға түскен дүркін мөлшерді қайтару үшін де қолдануға болады, осынысымен адсорбциялық әдіс тазартудың әмбебап әдісі екендігін растайды.

Сонымен қатар, эксперимент нәтижесінде уақытпен және бағана ұзындығымен (сур.1, 2) келесі температура профилі алынды. Температура бағанаға кіргенде 26°С де, шығысында–28°С ді құрады.

Бағана ұзындығының температуралық қисығы анализі адсорбция кезеңінде жылу әсері айтарлықтай мардымды болатынын көрсетті. Процесстің алғашқы 4–ші минутынан кейін бағананың төменгі бөлігіндегі температураның ең шарықтау шегі 36°С ге жетті. Эксперименттің алдыңғы 40–шы минутынан кейін адсорбциялық бағананың орта бөлігіндегі қабаттың температурасының ең жоғарғы мәні–37,5°С деп бағамдалды, ал процесс басындағы 1–ші сағатынан кейін бағананың жоғарғы нүктесінде температураның мәні 43°С ге жетті.

Ағынға қосылған лас заттектің концентрациясының ұлғаюына қарай жылу әсерінің де анағұрлым жоғарылайтынын болжауға болады. Мұндай әсерлерді тіркеп отыру адсорбциялық процестің температуралық тәртібін және қабаттың қызу температурасының жоғарылауынан адсорбциялық процеске қолайсыз ықпал етуінің болдырмауын қадағалау үшін қажет.

Вермикулит кеуегінің көлемі адсорбция процесінде өзгеріске ұшырап отыратын, микрокеуекті сорбентке жататындығы эксперименталь зерттеулер нәтижесінде белгілі болды.

Вермикулиттің адсорбциялық қабілетінің қышқылды активтену әдісімен өсуі, меншікті беткі қабаты мен өтпелі кеуектілігінің кенет ұлғаюына алып келетіні анықталды.

Эксперименталь зерттеулер нәтижесі Қазақстанның химиялық өнеркәсібінің, химиялық пен мұнайхимиялық өнеркәсіп өнімі қоспасының адсорбциялық әдіске деген экономикалық әрі экологиялық қажеттілік проблемасын шешуге және есептеу әдісін дайындау мен сәйкес келетін химиялық аппаратты жобалауға мүмкіндік туғызады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1.Браунс Ф.Э., Браунс Д.А. Химия лигнина, -М.: Лесная промышленность,1984. 422с.

2.Никитин В.М., Оболенская А.В., Щеголев В.П. Химия древесины и целлюлозы, Лесная промышленность, 2008. 385с.

3.Саркенян К.В., Людвиг,К.Х. Лигнины - структура, свойства, реакции, -М.: Лесная промышленность, 2001, 456с.

4. Елисаветский А. М., Денисова Р. И., Веденов Г. Н. Преобразователи (модификаторы) ржавчины и их применение при защите стальных поверхностей лакокрасочными покрытиями. Обзор: НИИТЭХИМ. 1977 - с.34.

5. Сырманова К.К., Тулеуов А.М., Калдыбекова Ж.Б., Абзалова Д.А., Алипбекова Ж.К. Полимерные композиционные материалы на основе отходов гидролизных производств.Труды международной научно-практической конференции: «АУЭЗОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 11: «Казахстан на пути к обществу знаний: инновационные направления развития науки, образования и культуры», -Ш.: 2012, т.8, с. 160-162.

6. K.K. Syrmanova, El-Sayed M. Negim, A.M. Tuleuov, G.Sh.Erkebayeva. The development of composite polymer materials for anti-corrosion protection of oil and gas pipelines. Труды международной конференции «Application of Efficient & Renewable Energy Technologies in Low Cost Buildings and Construction». International Conference & Exhibition. Анкара,Турция, 2013,с. 486-490.

REFRENCES

1.Brauns F.E., Browns D.A. Chemistry of lignin. -M .: Forest Industry, 1984. 422p.

2.Nikitin V.M., Obolensky A.V., Shchegolev V.P. Wood chemistry and pulp, Forestry, 2008. 385p.

3.Sarkenyan K., Ludwig K.H. Lignins - structure, properties, reactions, -M .: Forest Industry, 2001, 456s.

4. Elisavetsky A.M., Denisova R.I., keeping G.N. Converters (modifiers) rust and their use in the protection of steel surfaces painting. Overview: НЕФТЕХИМ. 1977, -p.34.

5. Syrmanova K.K., Tuleuov A.M., Kaldybekova J.B., Abzalova D.A., Alipbekova Zh.K. Polymer composite materials based on waste hydrolysis proizvodstv. Trudy international scientific-practical conference "Auezov readings - 11" Kazakhstan on the way to the knowledge society: innovative directions of development of science, education and culture, -Sh .: 2012, vol.8, p. 160-162.

6. K.K. Syrmanova, El-Sayed M. Negim, A.M. Tuleuov, G.Sh.Erkebayeva. The development of composite polymer materials for anti-corrosion protection of oil and gas pipelines. Proceedings of the International Conference «Application of Efficient & Renewable Energy Technologies in Low Cost Buildings and Construction». International Conference & Exhibition. Ankara,Turkey, 2013, p.486-490.

Ботабаев Н.Е., Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б.

Перспективы метода адсорбции в процессе очистки фенолсодержащих сточных вод.

Резюме. Приведены особенности адсорбционного метода процесса очистки фенолсодержащих сточных вод нефтеперерабатывающих производств при использовании вермикулитого сорбента.

Ключевые слова: нефтегазовая отрасль, метод адсорбции, очистка сточных вод, вермикулитный сорбент, фенолсодержащие сточные воды.

Botabaev N.E., Syrmanova K.K., Negim E.S., Kaldybekova Zh.

Perspectives adsorption method in the process of purification of phenol-containing waste water.

Summary. The features of the adsorptive method of the phenol containing sewage purification process of oil refining productions by the usage of vermiculite sorbent are resulted in article.

Key words: oil and gas branch, oil and gas, adsorption method, wastewater treatment, vermiculite sorbent, phenol-containing waste water .

УДК 547.823.241.07

Х.Г. Исагалиев, Б.О. Минбаев, Б.Ж. Джиембаев
(Казахский национальный технический университет им.К.И. Сатпаева
hamit_91@mail.ru)

СИНТЕЗ НОВЫХ АМИНОФОСФОНАТОВ ТЕТРАГИДРОТИОПИРАНОВОГО РЯДА

Аннотация. На основе 2,5-диметилтетрагидротиопиран-4-он, 2-аминопиридин (этилендиамин), диметилфосфитов исследованы пути синтеза новых аминофосфанатов в условиях реакции Кабачника-Филдса в трехкомпонентной системе, а также через промежуточное получение соответствующих оснований Шиффа.

Выделение и очистка целевых продуктов проводилась методами перекристаллизации, перегонкой, идентификация синтезированных соединений – физико - химическими методами (ИК- спектроскопия, элементный анализ).

Ключевые слова: 2,5-диметилтетрагидротиопиран-4-он, 2-аминопиридин, этилендиамин, диметилфосфит.

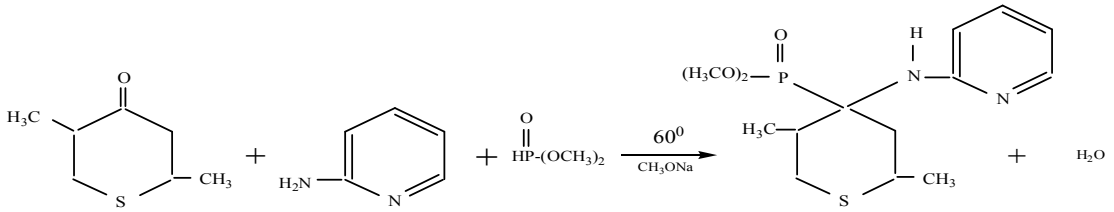
Развитие исследований в области разработки методов синтеза новых функционально замещенных производных α-аминофосфонатов гетероциклического ряда, установление их строения, а также поиск в их ряду перспективных биологически активных соединений являются современными и актуальными.

Одним из методов получения α-аминофосфонатов является реакция конденсации насыщенных гетероциклических кетонов (карбонильное соединение) с первичными, аминами, различными диалкилфосфитами (гидрофосфорильное соединение). Возможность варьирования заместителей в карбонильном и амином компоненте, участие в реакции производных трехкоординационного фосфора различного типа стимулируют поиск все новых и новых субстрактов для этой реакции [1-4].

Следует отметить, что стереохимия образования аминофосфонатов на основе диметилзамещенных тетрагидротиопиран - 4-онов до настоящего времени не изучена. В связи с чем в качестве карбонильного компонента исследований нами был выбран транс-изомер 2,5-диметилтетрагидротиопиран -4-она (I) [5,7-9]

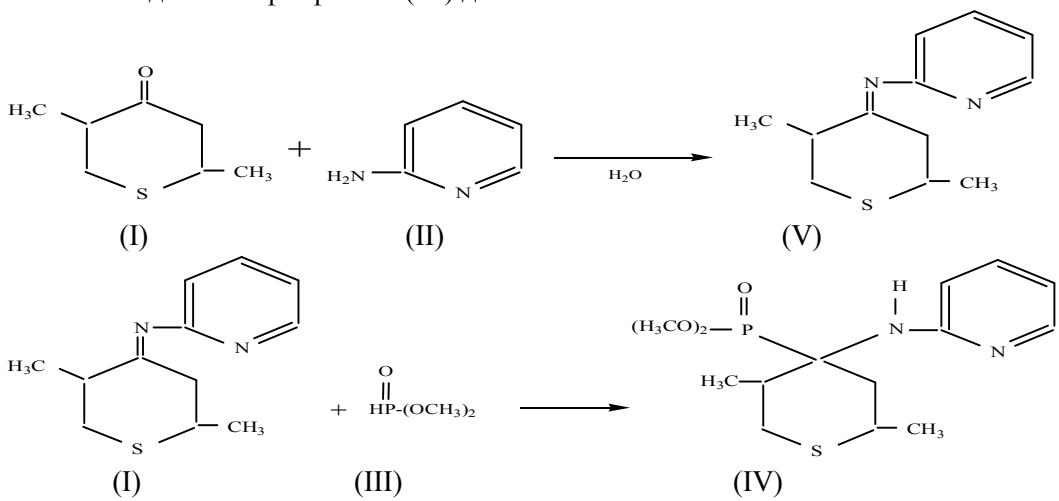
С целью синтеза новых аминофосфонатов тетрагидротиопиранового ряда, нами изучено взаимодействие транс-изомера 2,5-диметилтетрагидротиопиран -4-она (I) с диметилфосфитом (III) и первичными аминами (2-аминопиридин (II), этилендиамин(VII)):

Реакцию конденсации кетона (I) с 2-аминопиридином (II) и диметилфосфитом (III) осуществляли с одновременной азеотропной отгонкой воды, для полной завершения реакции к реакционной смеси при интенсивной перемешивании при комнатной температуре прикапливали метилат натрия. Выход аминофосфоната (IV) составил 68,5%, что не исключено одновременного протекания побочной реакции – в этом случае образование оксифосфоната –продукт присоединения диметилфосфита (III) к кетону (I) [6].



(I) (II) (III) (IV)

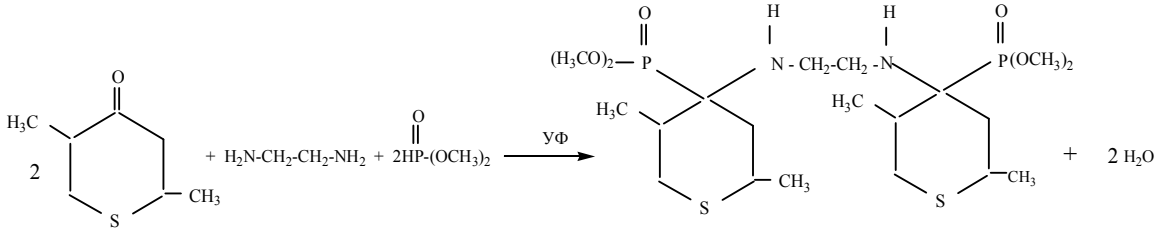
Следует отметить, что при взаимодействии диметилфосфита (III) с основанием Шиффа (V) – продукт конденсации кетона (I) с 2-аминопиридином реакция протекает более гладко и приводит к повышению выхода аминофосфоната (IV) до 84.6%.



(I) (II) (V)

(I) (III) (IV)

Трехкомпонентной конденсацией кетона(I), диметилфосфита (II) и этилендиамина (VII) осуществлен с одновременной азеотропной отгонкой воды, образующейся в результате реакции. При перемешивании реакционной смеси в течение 2-х часов при комнатной температуре выход аминофосфоната (VI) составил 62.5% [3].



(I) (VII) (II) (VI)

Полученные аминофосфонаты (IV, VI) представляют собой белые кристаллические вещества, легко очищающие перекристаллизацией из органических растворителей.

Индивидуальность полученных аминофосфонатов контролировалась тонкослойной хроматографией на оксиде алюминия в системе различных растворителей.

Состав и строение аминофосфонатов (IV, VI) подтверждены данными элементного анализа, ИК спектроскопии.

В ИК спектрах соединений (IV, VI) отчетливо проявляются интенсивные полосы поглощения, характерные для валентных колебаний группы P=O в области 1250-1260 ($см^{-1}$), P-O-C 1030-1100 ($см^{-1}$), N-H 3310-3330 ($см^{-1}$) соответственно.

Отсутствие в спектрах соединений (IV, VI) полос поглощения в области 3300-3600 $см^{-1}$ характерных для гидроксильной и 1720-1750 $см^{-1}$ карбонильной групп, свидетельствует о положительных результатах P-аминоалкилирования кетона (I).

Проведение реакции в присутствии каталитических количеств метилата натрия привело к повышению выхода целевых продуктов.

Учитывая литературные данные [6-9] и наши экспериментальные результаты, следует предположить, что аминофосфонаты (IV, VI) существуют в виде конформации кресла с диэкваториальным расположением метильных заместителей при С-2 и С-5 углеродных атомов тетрагидротиопиранового цикла и с аксиальной ориентацией аминогруппы и экваториальной диалкилфосфорильной группой при С-4 атоме. Полученные данные позволяют заключить, что в трехкомпонентной среде (кетон -диалкилфосфит - амин) реакция идет стереонаправленно с образованием одного стереоизомера.

ЛИТЕРАТУРА

1.Черкасов Р.А., Галкин В.И. Реакция Кабачника - Филдса: Синтетический потенциал и проблемы механизма //Усп. химии. - 1988. - Т.67, вып.10. - С. 940 - 968.

2.Черкасов Р.А., Галкин В.И, Галкина И.В., Гарифзянов А.Р., Собанов А.А. Аминофосфонаты: механизмы образования, реакционная способность и аналитические свойства // Бутлеровские сообщения. – 2005. –Т.6. – С.30–36.

3.Галкина И.В., Зверева Э.Р., Собанов А.А., Черкасов Р.А. Кинетика и механизм реакции Кабачника - Филдса// Ж. общ.химии. – 1993. – Т.63, вып.11. – С. 2225–2227.

4. Нифантьев Э.Е. Фосфорорганические соединения // Соровский образовательный журнал.–1996.-№7.- С.39–46.

5.Джиембаев Б.Ж. α-Окси и α-аминофосфонаты шестичленных (N, O, S, Se) гетероциклов. – Алматы, 2003. –234 с.

6.Джиембаев Б.Ж., Абиюров Б.Д., Запорожская Н.Н., Минбаев Б.У. О взаимодействии этилендиамина и диметилфосфита с кетонами пиперидинового ряда // Журн.общ.химии. – 1989. – Т.59, № 1. – С. 77-80.

7.Абрамов В.С. О взаимодействии диалкилфосфористых кислот с альдегидами и кетонами (новые методы синтеза эфиров α–оксиалкилфосфиновых кислот) // Докл. АН СССР. – 1950. – Т.73, №3. – С. 487– 489.

8.Барамысова Г.Т., Джиембаев Б.Ж., Жуманова Г.С., Ахатаев Н.А.,Нургожаева А.М., Игдирова А.Н. Новые фосфорилированные соединения гетероциклического ряда // Матер. XIX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Волгоград, 25-30 сентября 2011г. – С. 66.

9.Жуманова Г.С., Барамысова Г.Т., Джиембаев Б.Ж., Игдирова А.Н., Таусарова Б.Р. Синтез новых аминоалкилфосфонатов на основе моноаминопиридинов в трехкомпонентной системе // Хим. журнал Казахстана. – 2011. – №4. – С. 114-121.

10. Игдирова А.Н., Жуманова Г.С., Барамысова Г.Т., Джиембаев Б.Ж. Синтез новых полифункциональных производных моноаминопиридинов // Матер. IV междунар. конф. «Инновационные идеи и технологии-2011», Алматы, 12-14 октября 2011г. – С. 219-221.

REFRENCES

1.Cherkasov R.A., Galkin V.I. Reakciya Kabachnika – Fildsa: Sinteticheskii potencial i problem mehanizma //Ysp. khimii. - 1988. - T.67, vyp.10. - S. 940 - 968.

2.Cherkasov R.A., Galkin V.I. Galkina I.V., Garifzyanov A.P., Sobanov A.A. Aminofosfonaty: mehanizmy obrazovaniya, reakcionnaya sposobnost I analitichekie svoistva// Butlerovskie soobsheniya. – 2005. –T.6. –S.30–36.

3.Galkina I.V., Zvereva E.R., Sobanov A.A., Cherkasov R.A., Kinetika I mehanizm reakcii Kabachnika - Fildsa// Zh. obsh.khimii. – 1993. – T.63, vyp.11. – S. 2225–2227.

4. Nifantev E.E., Fosfororganicheskie soedineniya// Sirovskii obrazovatelnyi zhurnal.–1996.-№7.- S.39–46.

5.Dzhiembayev B.Zh. α-Oksi I α-aminofosfonaty shestichlennyh (N, O, S, Se) geterociklov. – Almaty, 2003. –234 s.

6.Dzhiembayev B.Zh., Abiurov B.D., Zaporozhskaya N.N., Minbayev B.O. O vzaimodeistvii etilendiamina i dimetilfosfita s ketonami piperidinovogo ryada // Zhurn.obsh.himii. – 1989. – T.59, № 1. – S. 77-80.

7.Abramov B.S. O vzaimodeistvii dialkilfosforistyh kislot s aldegidami i ketonami (novye metody sinteza efirov α–oksialkilfosfinovyh kislot) // Dokl. AN SSSR. – 1950. – T.73, №3. – S. 487– 489.

8. Baramysova G.T., Dzhiembayev B.Zh., Zhumanova G.S., Ahataev N.A., Nurgozhaeva A.M., Igdirova A.N. Novye fosforilirovannye soedineniya geterociklicheskogo ryada // Mater. XIX Mendeleevskii sezd po obshei i prikladnoi himii. Volgograd, 25-30 sentyabr 2011g. – S. 66.

9.Zhumanova G.S., Baramysova G.T., Dzhiembayev B.Zh., Igdirova A.N., TausarovaB.R., Sintez novyh aminoalkilfosfonatov na osnove monoaminopiridinov v trehkomponentnoi sisteme // KZhim. zhurnal Kazahkstana. – 2011. – №4. – S. 114-121.

10. Igdirova A.N., Zhumanova G.S., Baramysova G.T., Dzhiembayev B.Zh. Sintez novyh polifunkcionalnyh proizvodnyh monoaminopiridinov // Mater. IV mezhdunar. konf. «Innovacionnye idei I tehnologii-2011», Almaty, 12-14 oktyabrya 2011g. – S. 219-221.

Исагалиев Х.Г., Минбаев Б.О., Джиембаев Б.Ж.

Тетрагидротиопиран қатарының жаңа аминофосфонаттарды синтездеу

Түйіндеме: Жана аминофосфанаттарды синтездеу Кабачник-Филдс реакциясы жағдайында үш компонентті жүйеде 2,5-диметилтетрагидротиопиран-4-он, 2-аминопиридин (этилендиамин), диметилфосфит негізінде зерттелді. Сонымен қатар Шиффа негізіне ұқсас ортада алынды.

Алынған өнімдерді тазалау және бөліп алу қайта кристалдау, айдап алу әдістерімен, синтезделген қосылыстардың идентификациясы – физико-химиялық (ИҚ- спектроскопиясы, элементтік талдау) әдістерімен жүргізілді.

Түйін сөздер: 2,5-диметилтетрагидротиопиран-4-он, 2-аминопиридин, этилендиамин, диметилфосфит.

Issagaliyev KH.G., Minbayev B.O., Dzhiembayev B.ZH.

Synthesis of new aminophosphonates tetrahydrotiopyrrhanic rows

Summary. Based on 2,5-dimetheltetrahidrotyopyran-4-on, 2-aminopyridine (ethylenediamine), dimethylphosphite explored new ways of synthesis reaction conditions aminophosphanates Kabachnik-Fields in the three-component system, as well as through an intermediate obtaining appropriate Schiff bases.

Isolation and purification of the desired products was carried out by methods of recrystallization, distillation, identification of the synthesized compounds - physical - chemical methods (IR spectroscopy, elemental analysis).

Key words: 2,5-dimetheltetrahidrotyopyran-4-on, 2 - aminopiridine , ethylenediamine, dimethyl phosphite.

УДК547.592.12

Р.С. Өмірбай, Н. К. Сатыбалдиева, Ф.Қ. Батесова
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, nurdama@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИКЛОГЕКСАНА ИЗ БЕНЗОЛА

Аннотация. Гидрирование бензола в циклогексан — промышленный способ получения циклогексана для различных химических целей. Технологическое оформление гидрирования бензола включает многие узлы, характерные в целом для многих реакций восстановления органических веществ в промышленном масштабе. Степень конверсии бензола в реакторе составляет от 85 до 99%.Выход циклогексана составляет 96% при степени, селективности примерно 98%.,Предлагаемая технология производства циклогексана с применением в качестве катализатора для гидрирования модифицированного сплавного алюмоникелевого катализатора включает основные и вспомогательные стадии производства: “ТП” 1 - очистка раствора бензола; “ТП” 2 - гидрирование ксилозы; “ТП” 3 - очистка раствора циклогексана

Ключевые слова: катализатор, циклогексан, компрессор,*реактор,*гидрирование, бензол, селективность.

Разработанные способы получения циклогексана путем гидрирования бензола на модифицированных ферросплавами сплавных алюмоникелевых катализаторах прошли испытания в лаборатории. При этом выявлено, что испытанные катализаторы проявляют высокую активность и селективность в реакции непрерывного гидрирования бензола в циклогексан . Величина контактной нагрузки в 1,4 -2,5 раза выше, чем у промышленного никельтитанового катализатора. Испытанные катализаторы проявляют высокую активность и селективность в реакции непрерывного гидрирования бензола в циклогексан. На Ni - Al - ФМо катализаторе контактная нагрузка составляет 0,48 - 1,2 $ч^1$, срок службы катализатора 420 Модифицированный Cu - Al - ФМо катализатор рекомендуется для дальнейших испытаний в производствах по синтезу циклогексана.

В качестве катализатора этого процесса используется никель, чаще всего никель Ренея в неподвижном слое. Давление в реакторе может быть от 100 до 1000 фунт/дюйм^2, а предпочтительным является интервал 700—800 фунт/дюйм^2. Температуру процесса поддерживают в диапазоне 200 К(30°С). Объемная скорость подачи жидкости в реактор близка к *3**. В сырье содержится приблизительно 20% бензола и 80% циклогексана. Теплоотвод осуществляется за счет кипения циклогексана и удельной теплоемкости жидкостей. Выкипевший циклогексан частично возвращается в поток сырья, а остальной выводится как продукт. Реакцию проводят или в полочном реакторе с несколькими неподвижными слоями катализатора, или в трехфазном реакторе.

Гидрирование происходит при температуре 140—150°С, давлении 1—2 МПа в присутствии широко распространенного , в химической промышленности катализатора — никеля на оксиде алюминия или хрома. Для эффективного гидрирования необходим чистый, освобожденный от

примесей водород.

С помощью компрессора (рисунок 1) водород подается в холодильник *2,* затем в маслоотделитель *3,* где задерживаются, масляные загрязнения, и дальше в ресивер *4*— емкость, в которой водород собирается под небольшим давлением.

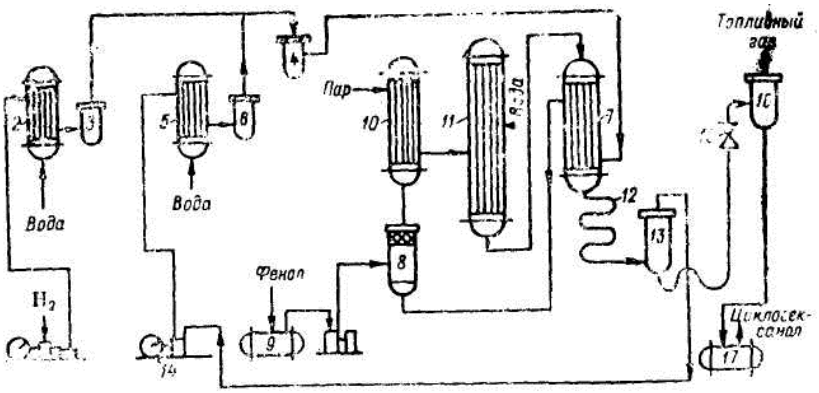


Рис. 1.Технологическая схема получения циклогексана при гидровании бензола

В ресивер поступает и рециркулирующий водород (непрореагировавший в реакторе *11*), прошедший предварительную очистку в холодильнике *5* и маслоотделителе *6.* После подогрева в теплообменнике 7 водород подается в испаритель-сатуратор *8,* куда с помощью насоса вводится и бензол. Режим работы испарителя-сатуратора *8* регулируется таким образом, чтобы температура в нем была 120—125°С, а избыток водорода в 10 раз превышал объем, необходимый по уравнению реакции для гидрирования. Через перегреватель *10* реакционная смесь подается в каталитический реактор *11*. Это реактор трубчатого типа с секционным расположением неподвижного катализатора, избыток тепла в нем удаляется хладагентом (водный конденсат), пропускаемым через межтрубное пространство.

Далее продукты реакции, пройдя через теплообменник 7 и холодильник *12,* попадают в сепаратор высокого давления *13.* С помощью компрессора *14* непрореагировавший водород перекачивается в аппараты 5 и б, а сырой циклогексанол из сепаратора высокого давления через дроссель *15* поступает в сепаратор низкого давления *16,* где он очищается от метана и других газообразных примесей, а затем собирается в емкость *П.*

Технологические схема производства циклогексана по разработанной технологии представлена на рис.2.

Раствор бензола подвергается очистке (“ТП”1), далее очищенный раствор подвергают гидрированию (“ТП”2) под давлением водорода в присутствии модифицированного сплавного алюмоникелевого катализатора.

Для проведения каталитического процесса гидрирования раствора бензола предварительно выполняют операцию активации катализатора на стадии “ВР”6.

Сущность процесса активации катализатора заключается в растворении щелочью 40% алюминия, находящегося в сплаве. В результате образуется скелетный катализатор, наружный слой которого представляет собой пористую губку из мелкодисперсного никеля промотированного феррромолибденом.

Активацию сплава производят в специальном активаторе диаметром 0,5 м высотой 2,5 м, состоящем из центральной реакционной трубы, имеющей верхнюю и нижнюю крышки, паровую рубашку, куда подводится пар для нагрева, вода для охлаждения.

Активатор заполняют конденсатом и через верхний люк загружают 400- 450 кг сплава. Затем через активатор снизу вверх подается 7-10%-ный раствор едкого натра из сборника насосом. Концентрацию едкого натра меняют в зависимости от размера частиц катализатора. Активацию более мелкой фракции (5-8 мм) проводят 7%-ным раствором щелочи, а фракцию 8 - 15 мм - 10%-ным раствором. Выходящую из активатора щелочь сбрасывают в канализацию или возвращают в сборник оборотной щелочи.

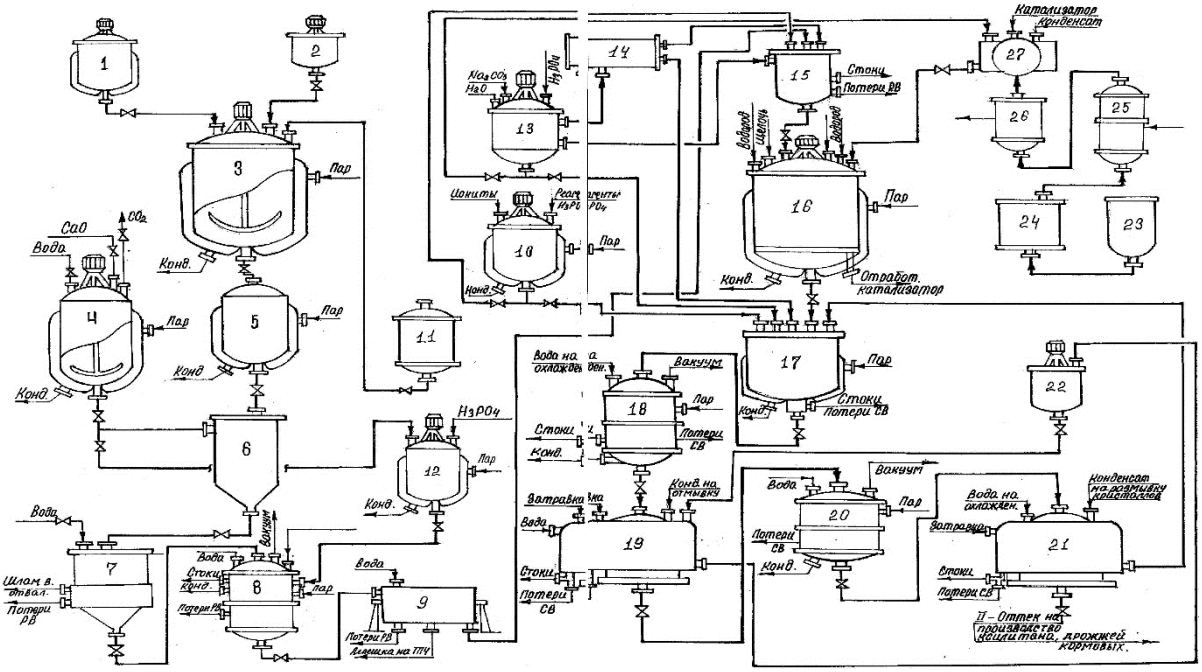


Рис. 2. Технологическая схема производства циклогексана

1 –измельчение и подача растительного сырья; 2–подготовка кислоты на гидролиз; 3–монозный гидролиз; 4–приготовление известкового молока; 5–инверсия: 6–осветление и нейтрализация; 7–отстой и фильтрация; 8–упаривание нейтрализата; 9–фильтрация сиропа; 10–первичная обработка смол; 11–подготовка воды на гидролиз; 12–приготовление бигидрата; 13–регенерационных растворов; 14–приготовление катинированной воды; 15–ионообменная очистка сиропа; 16–гидрирование моноз; 17–ионообменная очистка полиолов; 18–упаривание; 19–1$^{-ая}$ кристаллизация и центрифугирование; 20–упаривание 1$^{-го}$ оттека; 21–2$^{-ая}$ кристаллизация и центрифугирование; 22–очистка 1$^{-го}$ оттека; 23–измельчение; 24–обработка щелочью; 25–промывка; 26–сушка; 27–подача готовой суспензии.

В первые 15-20 мин скорость подачи щелочи составляют 1 м^3/час, при этом температура 60-70^{0}С. Затем температуру постепенно поднимают во избежание бурноговыделения водорода. Через 15-20 минут температуру доводят до 85-90^{0}С, а скорость подачи щелочи увеличивают до 1,5 м^3/÷ас. Общий расход щелочи на 450 кг сплава составляет 4-5 м^3. Водород после выхода из активатора проходит сепаратор, где отделяется увлеченная с ним щелочь, очищенный от щелочи водород сбрасывают в атмосферу.

Затем производят отмывку катализатора от щелочи конденсатом со сборника со скоростью 4-5 м^3/ч при температуре не ниже 70^{0}С. подачу промывной воды производят до содержания в ней щелочи не более 0,3 %.

После промывки катализатор, охлажденный до температуры 30-40°С, выгружают в кюбель вместе с конденсатором, для последующей загрузки в реактор гидрирования. Гидроактивированный катализатор загружают в реактор через верхний загрузочный люк. Следует отметить, что фракцию катализатора с размером 5-8 мм загружают в среднюю часть реакционной колонны.

Восстановление углеводов бензола в циклогексан осуществляется при строго определенных условиях: наличие катализатора, температуры, давления. Гранулометрический состав катализатора должен быть следующим: частицы с размерами 5-8 мм не более 40%, с размерами 8-15 мм - 60%.

Гидрирование раствора бензола проводят в проточном реакторе колонного типа объемом 3,2 м^2, высота 11м, диаметр 0,62 м (количество 6 шт.) при давлении водорода 95-100 кгс/см^2, температуре 95-130 °С. При увеличении температуры выше 130°С скорость гидрирования возрастает, но превращение сахаров в многоатомные спирты осложняется побочными реакциями.

Процесс гидрирования проводят при 8-10-ти кратном количестве водорода по отношению к объему гидрируемой жидкости. Для поддержания требуемого модуля водорода проводят циркуляцию его в системе при помощи циркуляционного компрессора, перекачивающего избыточный водород после гидрирования для повторного его использования. Применяемый технический водород должен

содержать не менее 99,6% водорода. Перед началом гидрирования, в случае необходимости, схемой предусмотрена возможность сброса водорода при загрязнении его примесями кислорода и другими газами.

Очищенный раствор бензола закачивается в сборник, откуда самотеком непрерывно поступает в мерник, затем во всасывающий коллектор насоса высокого давления. Подачу раствора на смеситель с насоса высокого давления производят автоматически. Контроль за расходом и регулированием раствора ксилозы на гидрирование осуществляют с помощью регулятора, вторичного показывающего и регулирующего прибора, пневморегулятора, исполнительного механизма типа МИМ.

Процесс гидрирования состоит из следующих операций: компремирование водорода; подогрев смеси водорода и раствора бензола; гидрирование бензола; сепарация и отделение водорода от жидкости; регенерация катализатора.

При процессе компремирования из водородного отделения водород поступает во всасывающую линию четырехступенчатого компрессора производительностью 3м^3/мин. Давление на всасывании 0,1-0,2 кгс/см^2, на нагнетании 100 кгс/см^2. Компремируемый водород поступает в сепаратор нагнетания, где смешивается с циркуляционным водородом, который поступает из отделения гидрирования в сепаратор всасывания, где отделяется от капельной влаги и направляется на циркуляционный компрессор. После циркуляционного компрессора водород с давлением 90-105 кгс/см^2 направляется на сепараторнагнетания, затем поступает в отделение гидрирования.Раствор бензола, как указывалось выше подается в смеситель со скоростью 1,5-3,0 м^3/ч насосами высокого давления, сюда же поступает компремированный водород с сепаратора нагнетания.

В смесителе водород смешивается с раствором бензола и газожидкостная смесь поступает в подогреватель, где смесь подогревается до температуры 70-90°С. Обогрев подогревателя осуществляется паром через рубашки.

Для проведения процесса гидрирования раствора бензолаподогретую газожидкостную смесь подают на последовательно включенные реакторы. Обогрев реакторов осуществляют паром через рубашку, в которую подают пар низкого давления, для поддержания необходимой температуры газожидкостной смеси в реакторах. Реакторы соединены в три батареи по два реактора в каждой батарей.

Перед началом гидрирования в системе создается давление 95-100 кгс/см^2, поднимают температуру по зонам реактора от 95 до 130°С путем подачи пара в паровые рубашки, включают циркуляционный компрессор. Газожидкостную смесь бензола вместе с водородом из подогревателя с температурой 70-90°С непрерывным потоком подают в первую колонну батарей снизу вверх. Катализат выходит сверху и оттуда поступает внизу второй колонны.

В первом реакторе температуру поддерживают в пределах 95-110°С, а во втором 110-130 °С. Получаемый при гидрировании раствор циклогексана через каждый час контролируется лабораторией на остаточное содержание бензола на выходе из колонны и на выходе из батареи. Содержание бензола в растворе циклогексана не должно превышать 0,01% .

При проведении реакции гидрирования подают 24-30 м^{3}компремированного водорода на 1м^3 раствора бензола. Избыточный водород отделяют на газосепараторе высокого давления от циклогексана. Водород из верхней части сепаратора высокого давления поступает холодильник, где охлаждается до температуры 35°С, а затем подается на всасывание циркуляционного компрессора. Последний подает водород в сепаратор нагнетания, откуда возвращается в систему.

Раствор бензола выходит снизу сепаратора высокого давления и подвергается дросселированию до 1 атм на специальном щите и далее проходит сепаратор низкого давления, где из раствора дополнительно отделяется водород, который сбрасывается в атмосферу. После сепаратора низкого давления раствор циклогексана направляется в сборники.

Качество раствора циклогексана определяется в пробе с каждого сборника ксилита по следующим показателям: содержание бензола – 0,01%; кислотность (органическая) - не более0,3% к сухим веществам; в средней пробе с каждого цикла: содержание золы - не более 1,5% к сухим веществам; цветность - допускается слабая окраска.

Регенерация катализатора в процессе гидрирования катализатор теряет свою активность, главным образом, за счет постепенного блокирования его поверхности посторонними примесями. При недостаточно глубокой очистке бензольных растворов вних остаются примеси коллоидного характера, которые при повышении pH до 7,5 - 8,0 и температуры до 100-130°С коагулируют и частично оседают на поверхности катализатора. При снижении концентрации раствора циклогексана

до 95 % активность катализатора снижается на 60%. При этом в циклогексане появляются значительные количества остаточного бензола. При этом увеличивают время контакта раствора с катализатором путем снижения скорости потока раствора бензола, а также повышения температуры вверхней зоне хвостового реактора до 130^0С.

Перед регенерацией раствор из батареи отжимают конденсатом со скоростью равной скорости подачи бензольного раствора, до достижения на выходе концентрации бензола 0,01% в растворе. Во время остановки процесса гидрирования катализатор все время находится под конденсатом во избежание самовозгорания. При достижении концентрации бензола 1% на выходе из реактора, насос высокого давления выключают, останавливают нагнетательный и циркуляционный компрессоры. Сбрасывают давление в реакторах и их батарею отмывают конденсатом от смолы до прозрачного раствора на выходе.

Регенерацию катализатора осуществляют в реакционных колоннах. В начале катализатор отмывают конденсатом со сборника. Конденсат подают насосом со скоростью 2,5–3,0 $м^3$/час через подогреватель вниз реакционной колонны. В подогревателе поддерживают температуру 70–90^0С. Подачу конденсата на отмывку поддерживают до тех пор, пока на выходе из реактора не обеспечивается бесцветный раствор (при температуре в колонне 90^0С). После промывки катализатора снизу вверх подают 7–10% раствор каустической соды из сборника насосом со скоростью 1,5–2,0 $м^3$/ч. Отработанную щелочь сбрасывают в смеситель сточных вод, в выделившийся при реакции водород через холодильник сбрасывается в атмосферу. Количество подаваемой щелочи на одну регенерацию зависит от глубины дезактивации катализатора. От загрузки до выгрузки катализатора из колонны проводят 4 регенерации. На первую регенерацию подают 7$м^3$ 10%-ной каустической соды со скоростью 1,5–2,0 $м^3$/ч. На последующие регенерации количество щелочи увеличивают до 15 $м^3$ или проводят дополнительно 24–часовой настой. После подачи щелочи ведут отмывку катализатора конденсатом со скоростью равной скорости подачи щелочи при регенерации 1,5–2,0 $м^3$/ч. Отмывку катализатора ведут до содержания остаточной щелочности в промывной воде 0,025%.

В дальнейшем проводят очистку раствора циклогексана (“ТП” 3) с дальнейшим разливом в промышленные емкости.

Разработанный способ получения циклогексана путем гидрирования бензола на модифицированных ферросплавами сплавных алюмоникелевых катализаторах прошли испытания, при этом выявлено, что катализаторы проявляют высокую активность и селективность в реакции непрерывного гидрирования бензола в циклогексан.Работа межрегенерационного цикла катализатора и срок его службы увеличивается в 1,8 раза по сравнению с базовым вариантом, что обусловливается использованием никель-ферромолибденового катализатора.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Оразбекова А., Турымбетов Н., Тортбаева Д.Р., Кеделбаев Б.Ш., Исследование процесса гидрирования ароматических соединений //Труды Республиканской студенческой конференции «Роль студенческой науки в процессе вхождения Казахстана в число 50-ти наиболее конкурентно-способных стран мира». – Шымкент 2006.- С.78-80.

[2] Сатыбалдиева Н.К., Кедельбаев Б.Ш., Құдасова Д. Алюмо-никельді катализаторлардың физико-химиялық қасиеттерін зерттеу// С.Торайғыров атындағы Павлодар Мемлекеттік университеті. «VIII Сәтбаев оқулары» атты халықаралық ғылыми конференция. – Павлодар, 2008. - т.18. - Б. 288-291.

REFERENCES

[1] Orazbekova A., Turymbetov N., Tortbaeva D.R., Kedelbaev B.Sh., Issledovanie processa gidrirovanija aromaticheskih soedinenij //Trudy Respublikanskoj studencheskoj konferencii «Rol' studencheskoj nauki v processe vhozhdenija Kazahstana v chislo 50-ti naibolee konkurentno-sposobnyh stran mira». – Shymkent 2006.- S.78-80.

[2] Satybaldieva N.K., Kedel'baev B.Sh., Құdasova D. Aljumo-nikel'di katalizatorlardyң fiziko-himijalyқ қasietterin zertteu//S.Torajғyrov atyndaғy Pavlodar Memlekettik universiteti. «VIII Sətbaev oқulary» atty halyқaralyқ ғylymi konferencija. – Pavlodar, 2008. - t.18. - B. 288-291.

Өмірбай Р.С . Сатыбалдиева Н. К., Батесова Ф. Қ.

Бензолдан циклогександы алудың технологиясын өңдеу

Түйіндеме: Бензолды циклогексанға гидрлеу – әртүрлі химиялық мақсатта қолдану үшін циклогександы өндірістік тәсілмен алынуы. Бензолды гидрлеу технологиялық безендіру ол өндірістік масштабта органикалық заттарды тотықсыздандыру реакциясы мен сипатталынады. Реактордағы бензол конверсиясының дәрежесі 85 - 99% ды құрайды. Циклогексан шығымы 96 %, ал селективті дәрежесі 98 %. Модифицирленген алюмоникельді қортпаны гидрлеу үшін ұсынып отырған циклогексан өндіру технологиясы негізгі және қосымша өндірістік

сатылардан тұрады: “ТП” 1- бензол ерітіндісін тазалау; “ТП” 2 – ксилозаны гидрлеу; “ТП” 3 - циклогексан ерітіндісін тазалау.

Түйін сөздер: катализатор, циклогексан, компрессор, реактор,гидрлеу, бензол, селективтілік.

Omirbay R.S., Satybaldieva N.K., Batesova F.K.

Development of technology of receiving cyclohexane from benzene

Summary: The hydrogenation of benzene to cyclohexane - an industrial process for producing cyclohexane of different chemical purposes. Technological decor including The hydrogenation of benzene-chaet many sites that are typical in general for many reduction reactions of organic substances in industrial mas¬shtabe. The degree of benzene conversion in the reactor is from 85 to 99% Yield of cyclohexane was 96% at a selectivity of about 98%., The proposed technology of cyclohexane as a catalyst for the hydrogenation of floatable alyumonikelevogo modified catalyst includes primary and secondary stages of production: "TA "1 - cleaning solution of benzene; "TP" 2 - hydrogenation of xylose; "TP" 3 - cleaning solution of cyclohexane.

Key words: catalyst, cyclohexane, compressor, reactor, hydrogenation of benzene selectivity**.**

УДК:669.431.2

О.Е. Кайполдаев, Н.Р. Нусейнов, Г.А.Уайгаринова, М.Ж. Буранбаев, А.Д. Мурадов
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, oiyk@mail.ru)

УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ ПЛЕНКИ, ПОЛУЧЕННЫЕ СОРАСПЫЛЕНИЕМ МЕТАЛЛОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК С MAX СТЕХИОМЕТРИЕЙ

Аннотация: Использован метод магнетронного распыления с целью получения тонких пленок углерода с металлами Ti и Al. Произведена попытка получения MAX фазы, обладающие уникальными химическими, физическими, электрическими и механическими свойствами [1]. Были изучены скорость роста пленки, зависимость толщины пенки от времени напыления при одинаковых значениях тока и напряжения. Также проводились работы по уменьшению кислорода в составе пленки путем отжига образца в CVD камере в атмосфере водорода, а также путем удаления оксидного слоя металлов с помощью предварительного распыления подложки.

Ключевые слова: MAX фаза, тонкая пленка, углеродная пленка, карбиды металлов, метод магнетронного распыления.

Введение

MAX фазы это тройное соединение карбида или нитрида (“X”) с переходным металлом (“M”) и элементом A-группы который имеет гексагональную форму. Ti_2AlC, Ti_3SiC_2 и Ti_4AlN_3 это широко распространенные соединения. На данный момент известны около шестидесяти MAX фаз и девять из них были открыты за последние пять лет. MAX фазы вызывают интерес, благодаря своим замечательным химическим, физическим, электрическим и механическим свойствам. Эти материалы в основном наследуют характеристики металлов и керамики. К примеру, MAX фазы не окисляются и не подвергаются коррозии, подвергаются механической обработке и имеют высокую электропроводность, а также теплопроводность. Эти свойства вытекают из нанослоистой структуры с $M_n + 1X_n$ слоями, соединенными между собой атомами элементов A-группы. Исследования MAX фаз были ускорены с началом применения методов получения тонких пленок. Магнетронное распыление и осаждение с дуги были применены для получения монокристаллического материала с помощью эпитаксиального роста, которые дали возможность исследовать свойства материала [2].

Магнетронное распыление - технология нанесения тонких плёнок на подложку с помощью магнетрона. Процесс распыления (рис. 1).

Принцип магнетронного распыления основан на образовании над поверхностью катода кольцеобразной плазмы в результате столкновения электронов с молекулами газа (чаще всего аргон). Положительные ионы, образующиеся в разряде, ускоряются в направлении катода, бомбардируют его поверхность, выбивая из неё частицы материала.

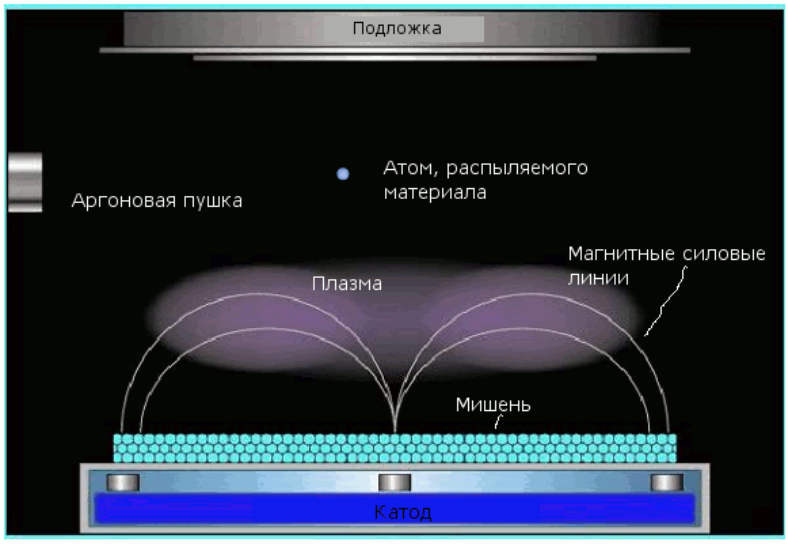


Рис. 1. Процесс распыления материала

Покидающие поверхность мишени частицы осаждаются в виде плёнки на подложке, а также частично рассеиваются на молекулах остаточных газов или осаждаются на стенках рабочей вакуумной камеры (рис. 2).

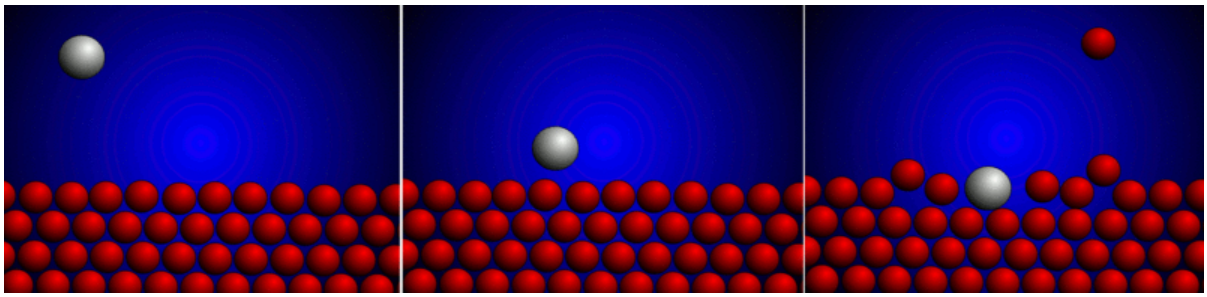


Рис. 2. Тяжелый ион аргона (белый шарик) разгоняется в электрическом поле и выбивает атом материала (красный шарик), который высаживается на поверхности подложки, образуя на ее поверхности пленку

При столкновении ионов с поверхностью мишени происходит передача момента импульса материалу. Падающий ион вызывает каскад столкновений в материале. После многократных столкновений импульс доходит до атома, расположенного на поверхности материала, и который отрывается от мишени и высаживается на поверхности подложки. Среднее число выбитых атомов на один падающий ион аргона называют эффективностью процесса, которая зависит от угла падения, энергии и массы иона, массы испаряемого материала и энергии связи атома в материале. В случае испарения кристаллического материала эффективность также зависит от расположения кристаллической решетки[3]. Физические процессы, происходящие в материале при его бомбардировке показаны на рисунке 3.

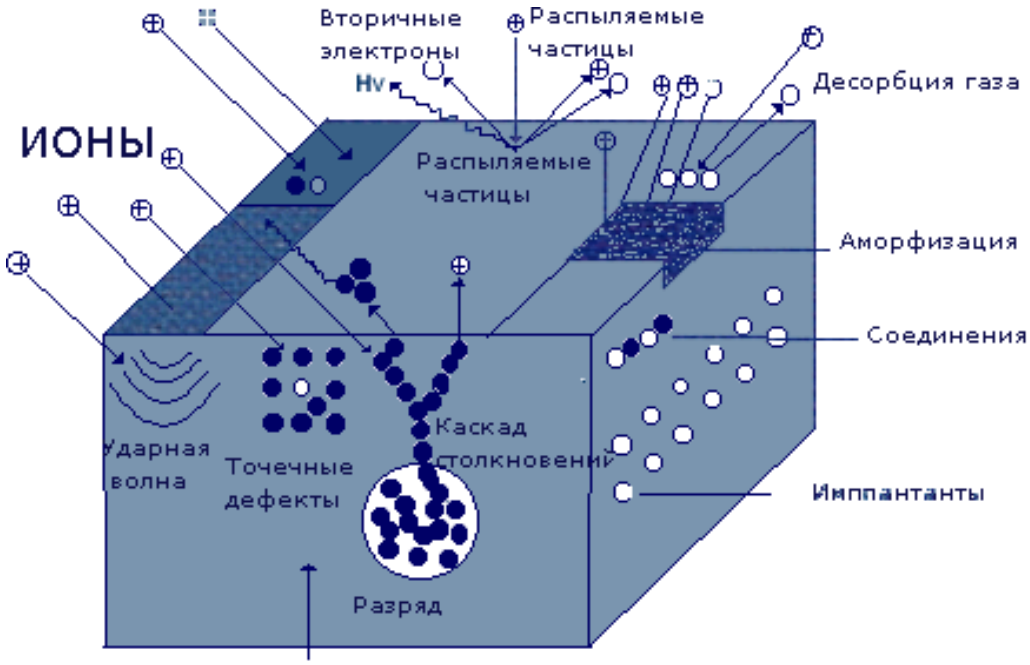


Рис. 3. Физические процессы, происходящие в материале при его бомбардировке

Для эффективной ионизации аргона, распыляемый материал (мишень) размещают на магните. В результате эмиссионные электроны, вращающиеся вокруг магнитных силовых линий локализуются в пространстве и многократно сталкиваются с атомами аргона, превращая их в ионы.

При бомбардировке поверхности мишени ионами генерируются несколько процессов:

- ионное(катодное) распыление материала мишени;
- вторичная электронная эмиссия;
- десорбция газа;
- имплантация дефектов;
- ударная волна;
- аморфизация;

Магнетронное распыление, в отличие от обычного диодного распыления, позволяет получать высокую плотность ионного тока, а значит, и высокие скорости распыления при относительно низких давлениях порядка 0,1 Па и ниже[4].

Эксперимент

Эксперимент проводился в вакуумной среде, значения вакуума 10^{-2} Па. В качестве подложки был взят монокристалл кремния (100), Подложка подвергалась химической обработке с целью снятия кислородного слоя в 10% плавиковой кислоте в течение 5 минут. Далее промывалась в дистиллированной воде, затем следовала сушка подложки в среде аргона. В качестве мишени использовались графит, титан (99,99%), алюминий (99,9%). Рабочий газ-Ar (99,999%). Магнетронный метод - метод получения тонкой пленки. Источник питания постоянного тока: значения тока 34 мА, при напряжении 600 В. Пленки напылялись 15, 30, 60 минут. Образцы были исследованы с помощью сканирующего электронного микроскопа. Произведена оценка толщины пленок, а также элементный состав пленок. Толщина полученных пленок изменялась линейно в зависимости от времени напыления пленки: 122,4 нм, 239 нм, 507,2 нм (рис. 4).

Элементный анализ показал одинаковое массовое (Wt%) и атомное (At%) содержание всех элементов независимо от времени напыления оставалось неизменным, содержание кислорода в пленке было около 12 At% (рис. 5).

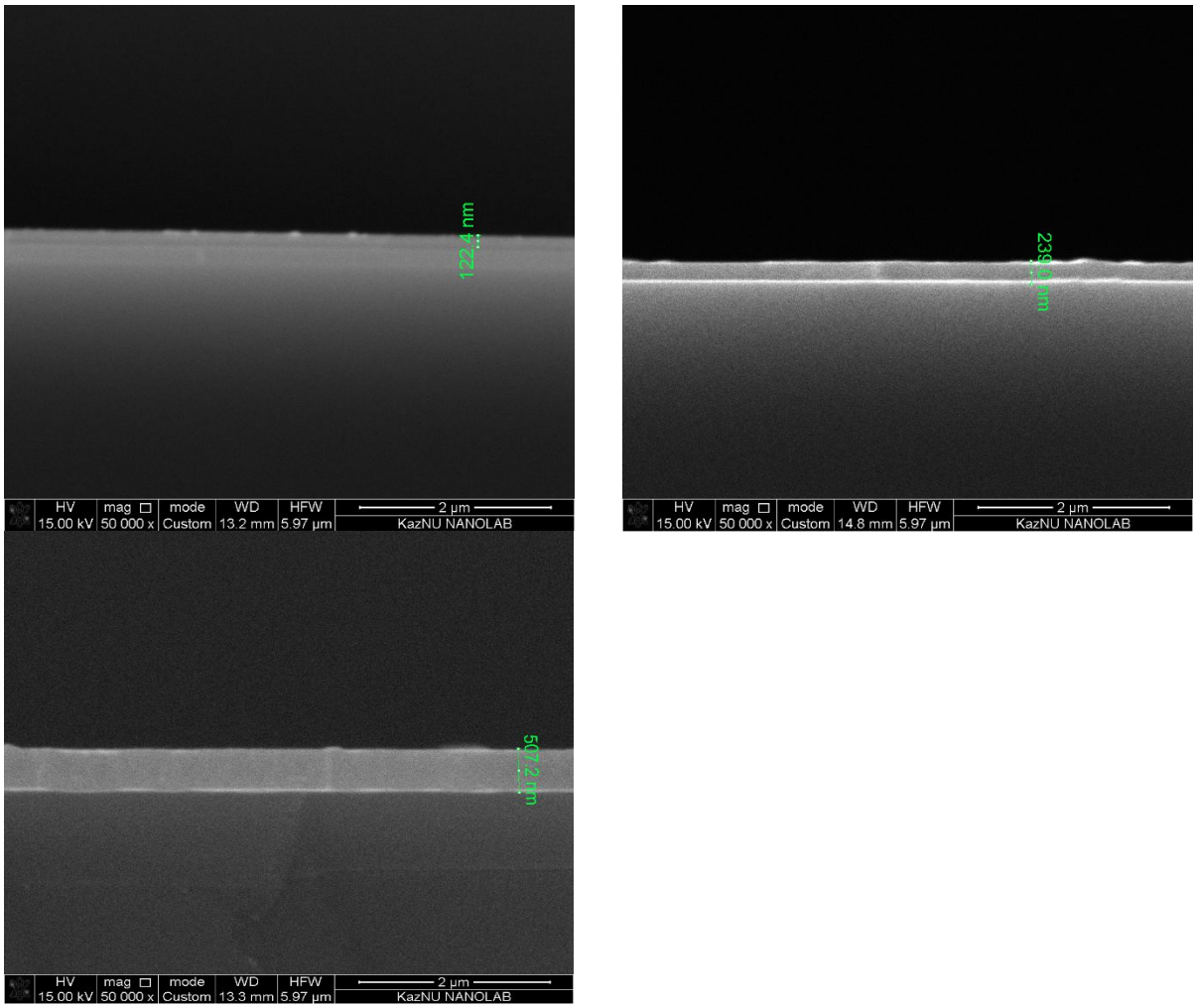
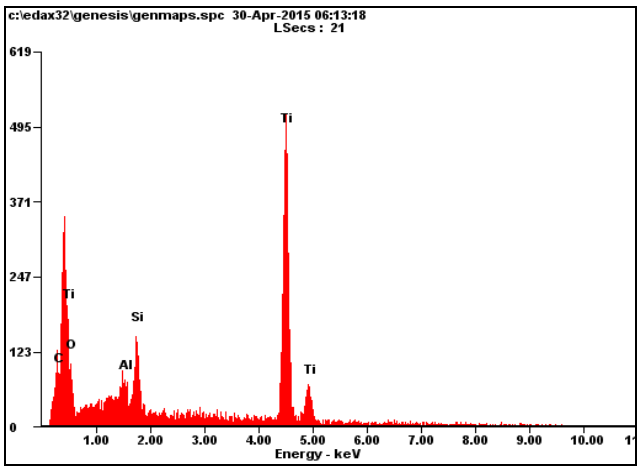


Рис. 4. Зависимость толщины пленок от времени напыления

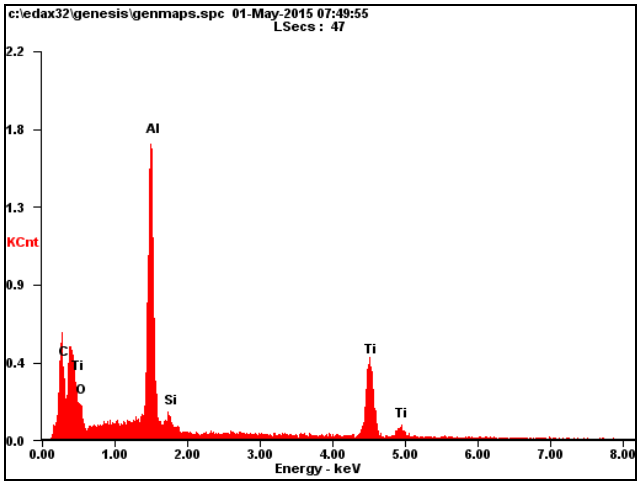


Element	*Wt%*	*At%*
CK	6.68	19.81
OK	5.43	12.09
AlK	1.41	1.86
SiK	3.69	4.68
TiK	82.79	61.56
Matrix	Correction	ZAF

Рис. 5. Элементный анализ пленки, полученной магнетронным методом.

Кислород в полученных пленках не соответствовал стехиометрии MAX фазы. С целью уменьшения кислорода в пленке проводился отжиг полученных образцов в CVD камере в атмосфере водорода при температуре 1000°C в течении 30 минут. После этого был произведен элементный анализ который показал, что содержание кислорода в пленке оставалась неизменным. Чтобы уменьшить долю кислорода в пленке, поверхность мишеней распылялась в течение 90 минут на заслонку, с последующим напылением элементов на саму подложку. Тем самым удалось уменьшить процентное

содержание кислорода в пленке более чем в два раза. Также путем увеличения площади распыляемого образца алюминия удалось получить образец с 21,36 At% содержанием алюминия (рис.6).



Element	*Wt%*	*At%*
CK	13.87	33.96
OK	2.68	4.92
AlK	19.60	21.36
SiK	1.30	1.37
TiK	62.55	38.40
Matrix	Correction	ZAF

Рис. 6. Элементный анализ пленки с предварительным распылением оксидов металлов.

Заключение

Получены тонкие пленки углерода с металлами Ti и Al. Исследованы скорость роста пленок, исследован состав пленок, а также было уменьшено процентное содержание кислорода путем удаления оксидного слоя на подложках металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Joseph Halim, Maria R. Lukatskaya, Kevin M. Cook,Jun Lu, Cole R. Smith, Lars-Åke Naslund, Steven J. May, Lars Hultman, Yury Gogotsi, Per Eklund, and Michel W. Barsoum, Transparent Conductive Two-Dimensional Titanium Carbide Epitaxial Thin Films.

2. Eklund, P., Beckers, M., Jansson, U., Högberg, H., & Hultman, L., The Mn+1AXn phases: Materials science and thin-film processing. Thin Solid Films 518, 1851-1878 (2010)

3. Sigmund P. Mechanisms and theory of physical sputtering by particle impact // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B Beam Interactions with Materials and Atoms. — 1987. — Vol. 27. — P. 1-20. — DOI:10.1016/0168-583X(87)90004-8

4. Behrisch R. Sputtering by Particle bombardment: Experiments and Computer Calculations from Threshold to Mev Energies / под ред. Eckstein W.. — Берлин: Springer, 2007.

Кайполдаев О.Е., Гусейнов Н.Р., Байгаринова Г.А., Буранбаев М.Ж., Мурадов А.Д.

Стехиометрия max бар металдар тең тозаңдату және қабақшалар мүмкіндігі алынған көміртегі бар қабақшалар.

Аннотация: Бұл мақалада біз Ti және Al металдары бар көміртегінің жұқа қабықшаларын алу үшін, магнетронды тозаңдату әдісін қолдандық. Ерекше химиялық, физикалық, электрлік және механикалық қасиеттерге ие MAX фазалық материалды алуға тырыстық [1]. Кернеу мен токтың бірдей мәндері үшін, қабықшаның уақытқа байланысты өсу жылдамдығын зерттелді және қалыңдығы өлшенді. Сондай-ақ, сутегі атмосферасында, CVD камерада үлгілер оттегіні азайту мақсатпен күйдірілді. Сонымен қатар төсенішті алдын ала тозаңдату жолымен металл бетіндегі оксидті қабатты алу арқылы үлгінің құрамындағы оттегтің пайыздық үлесін түсірілді.

Түйінді сөздер: MAX фазалық қабықшалар, көміртек қабықшалар, металл карбидтері, магнетронды тозаңдату әдісі.

Kaipoldayev O.E., Guseinov N.R., Baigarinova G.A., Buranbaev M.J., Muradov A.D.

The carbon-containing film obtained co-sputtering of metals and the possibility of films with stoichiometry max

Abstract: In this paper we used the method of magnetron sputtering to produce thin films of carbon with metals Ti and Al. Attempted to obtain MAX phases have unique chemical, physical, electrical and mechanical properties [1]. We studied the growth rate of the film thickness dependence of the foam from the deposition time for the same values of voltage and current. Also work to reduce the oxygen in the film by annealing the sample in a CVD chamber under a hydrogen atmosphere, and by removing the metal oxide layer by first sputtering the substrate.

Key words: MAX phase thin film, carbon film, metal carbides, magnetron sputtering method.

УДК 531.3

А.С. Сухенко
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, Алматы anna.sukhenko@gmail.com)

РАЗРАБОТКА УПРАВЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИЕЙ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, УСТОЙЧИВОГО К РАЗЛИЧНЫМ ВОЗМУЩЕНИЯМ

Аннотация: Малые космические аппараты в большей степени подвержены возмущениям по причине их небольшого веса и размеров. Основными источниками возмущений являются гравитационные и аэродинамические моменты, моменты сил солнечного давления, магнитные моменты. Не меньшее влияние оказывают возмущения, обусловленные неопределенностью изменения моментов инерции космического аппарата и деградацией эффективности его исполнительных органов. Для достижения требуемой точности ориентирования малого космического аппарата необходима разработка управления, устойчивого к различным возмущениям. Одним из возможных подходов к разработке такого управления является применение теории H_∞ - управления и различных ее вариаций. В рамках данной статьи разработано H_∞ - управление и проведен анализ его эффективности, результаты которого показали, что данное управление позволяет компенсировать основные внешние возмущения и достичь требуемой точности ориентирования космического аппарата.

Ключевые слова: малый космический аппарат, управление ориентацией, устойчивость к возмущениям, H_∞ - управление, матричные неравенства

Введение

Анализ развития космической техники в мире показывает, что наблюдается тенденция уменьшения массогабаритных размеров космических аппаратов. В результате этой тенденции на данный момент имеется множество разновидностей малых космических аппаратов (микроспутники, наноспутники, пикоспутники), которые способны выполнять миссии различной сложности.

Во многих случаях для выполнения различных задач, поставленных в рамках миссии малого космического аппарата (МКА), требуется обеспечение управления трехосной ориентацией МКА, который подвержен различным внешним возмущениям. Основными внешними возмущениями являются гравитационные и аэродинамические моменты, моменты сил солнечного давления, магнитные моменты. Кроме того дополнительные возмущения возникают вследствие изменения моментов инерции космического аппарата и постепенного снижения эффективности работы его исполнительных органов. Изменение моментов инерции имеет место благодаря наличию движущихся частей в конструкции космического аппарата (телескоп, солнечные панели, антенны). Изменение эффективности работы исполнительных органов имеет место в основном для исполнительных органов, имеющих в составе движущиеся части (например, маховики и гиродины), и обусловлено изменением характера трения в подшипниках, насыщением исполнительных органов, задержкой сигналов управления и различными случайными ошибками в работе исполнительных органов.

Рассмотрим в качестве примера японский МКА дистанционного зондирования Земли PRISM, который благодаря малой массе можно отнести к классу наноспутников. Малая масса PRISM и его высокое разрешение съемки достигнуты за счет использования выдвижной конструкции телескопа [1]. Для PRISM с моментами инерции порядка $10^{-2} кг \cdot м^2$ расчетные гравитационные возмущения имеют порядок $10^{-7} Нм$, аэродинамические возмущения - порядок $10^{-8} Нм$, солнечные возмущения - порядок $10^{-8} Нм$, магнитные возмущения - порядок $10^{-6} Нм$ [1] и соответственно суммарное возмущающее ускорение, воздействующее на МКА, будет иметь порядок $10^{-4} кг \cdot м^2$. Для спутника, имеющего меньшие габаритные размеры и массу, возмущающие ускорения будут иметь больший

порядок. Таким образом, малые спутники в большей степени подвержены внешним возмущениям по причине малости их моментов инерции и, как следствие, в математическом аппарате управления ориентацией МКА должен быть предусмотрен механизм компенсации внешних возмущений, значительно влияющих на точность его ориентирования.

Из всех рассмотренных возмущений в примере спутника PRISM наибольший порядок имеют магнитные возмущения, которые представляют собой крутящий момент, возникающий в результате взаимодействия магнитного поля Земли и остаточного магнитного момента спутника. Остаточный магнитный момент может быть как постоянным, так и переменным, и обычно возникает вследствие функционирования электрических цепей различных электронных компонентов космического аппарата и солнечных батарей на освещенной стороне орбиты, вследствие изменения электрического сопротивления материалов конструкции космического аппарата, вследствие наличия на борту космического аппарата аккумуляторных батарей и антенных модулей [1].

В зависимости от характера возмущающих факторов при разработке математического аппарата управления ориентацией космических аппаратов используются различные теории и методики. В частности для компенсации возмущений имеющих характер гауссовского белого шума и обеспечения требуемой ориентации может быть использовано линейно-квадратичное гауссовское управление [2]. Однако данное управление будет неэффективным для компенсации возмущений, имеющих случайный характер, или возмущений, обусловленных различными неопределенностями. Относительно недавно начало развиваться направление H_∞- управления, которое позволяет разрабатывать управление, обеспечивающее устойчивость системы управления при воздействии внешних возмущений и возмущений, обусловленных различными неопределенностями [3].

В данной статье рассматривается математический аппарат разработки H_∞ - управления ориентацией малого космического аппарата с помощью трех маховиков, установленных вдоль главных осей инерции МКА, при учете гравитационных и остаточных магнитных возмущений, а также возмущений, обусловленных неопределенностью изменения моментов инерции МКА и снижением эффективности исполнительных органов МКА.

1. Математическая модель динамики МКА

Для описания ориентации МКА введем следующие системы координат: $Ox_i y_i z_i$ - неподвижная инерциальная система координат (ИСК), начало которой находится в центре масс Земли, ось Ox_i лежит в экваториальной плоскости и направлена в точку весеннего равноденствия, ось Oz_i совпадает с осью вращения Земли и направлена на северный полюс Земли, ось Oy_i дополняет систему до правой; $Cx_b y_b z_b$ - подвижная связанная система координат (ССК), начало которой находится в центре масс МКА, оси данной системы координат совпадают с главными центральными осями инерции МКА; $Cx_o y_o z_o$ - орбитальная система координат (ОСК) с началом в центре масс МКА, направление оси Cx_o совпадает с направлением движения МКА, ось Cz_o направлена в центр Земли, ось Cy_o - дополняет систему до правой.

Основываясь на теореме об изменении кинетического момента, уравнения динамики вращательного движения МКА могут быть представлены в следующей форме:

$$\mathrm{J}\dot{\boldsymbol{\omega}}_{bi}^{b} + \boldsymbol{\omega}_{bi}^{b} \times (J\boldsymbol{\omega}_{bi}^{b} + J_r\boldsymbol{\omega}_r) + J_r\dot{\boldsymbol{\omega}}_r = \mathbf{M}_g + \mathbf{M}_m, \tag{1.1}$$

где J - моменты инерции МКА, $\boldsymbol{\omega}_{bi}^{b}$ - вектор угловой скорости МКА в ССК, $\boldsymbol{\omega}_r$ - вектор угловой скорости маховиков в ССК, J_r - моменты инерции маховиков, $\mathbf{M}_g$ - вектор гравитационного момента МКА в ССК, $\mathbf{M}_m$ - вектор магнитного крутящего момента в ССК.

С учетом того, что угловую скорость МКА можно выразить как:

$$\boldsymbol{\omega}_{bi}^{b} = \boldsymbol{\omega}_{bo}^{b} + \boldsymbol{\omega}_{oi}^{b} = \boldsymbol{\omega}_{bo}^{b} + R_b^o\boldsymbol{\omega}_{oi}^{o}, \tag{1.2}$$

где $\boldsymbol{\omega}_{oi}^{o} = [0 \; -\omega_0 \; 0]^T$ - угловая скорость ОСК относительно ИСК, выраженная в ОСК.

выражение (1.1) примет вид:

$$\mathrm{J}\dot{\boldsymbol{\omega}}_{bo}^{b} + \mathrm{J}\dot{R}_{b}^{o}\boldsymbol{\omega}_{oi}^{o} + (\boldsymbol{\omega}_{bo}^{b} + R_{b}^{o}\boldsymbol{\omega}_{oi}^{o}) \times \left[\mathrm{J}(\boldsymbol{\omega}_{bo}^{b} + R_{b}^{o}\boldsymbol{\omega}_{oi}^{o}) + J_{r}\boldsymbol{\omega}_{r}\right] = \mathbf{M}_{g} + \mathbf{M}_{m} + \mathbf{M}_{rw}, \tag{1.3}$$

где $\mathbf{M}_{rw} = -J_r\dot{\boldsymbol{\omega}}_r$ представляет собой вектор управляющих моментов маховиков.

Используем кинематические уравнения вращательного движения МКА в кватернионах, которые имеют вид:

$$\boldsymbol{\omega}_{bo}^{b} = 2q \otimes \dot{q}, \tag{1.4}$$

где $q = [\mathrm{q}_0, \mathrm{q}_1, \mathrm{q}_2, \mathrm{q}_3]$ - кватернион, характеризующий текущее угловое положение МКА относительно ОСК.

Гравитационный момент, используемый в формуле (1.1), можно вычислить по формуле:

$$\mathbf{M}_{g} = 3\omega_0^2 \begin{bmatrix} (J_z - J_y)2(q_2q_3 + q_0q_1)(1 - 2(q_1^2 + q_2^2)) \\ (J_x - J_z)(1 - 2(q_1^2 + q_2^2)2(q_1q_3 - q_0q_2) \\ (J_y - J_x)2(q_1q_3 - q_0q_2)2(q_2q_3 + q_0q_1) \end{bmatrix}. \tag{1.5}$$

Возмущающий магнитный крутящий момент, возникающий вследствие взаимодействия остаточного магнитного момента МКА $\mathbf{m}$ с магнитным полем Земли, рассчитывается по формуле [1]:

$$\begin{aligned} &\mathbf{M}_{m} = \mathbf{m} \times \mathbf{B}^{b}, \\ &\dot{\mathbf{m}} = diag\left(-\frac{1}{\tau}, -\frac{1}{\tau}, -\frac{1}{\tau}\right)\mathbf{m} + \eta, \end{aligned} \tag{1.6}$$

где $\mathbf{B}^b$ - вектор магнитной индукции магнитного поля Земли в ССК, τ - постоянная времени, равная длительности одного витка МКА по орбите, η - функция, определяющая белый гауссовский шум.

2. Разработка H_∞ управления

Синтез H_∞ - управления может быть произведен как для линейных, так и для нелинейных систем. В данной статье рассматривается первый случай, когда система управления описывается линейной системой уравнений и линейными зависимостями для вектора погрешности управления и вектора наблюдаемых параметров:

$$\begin{aligned} &\dot{\mathbf{x}} = A\mathbf{x} + B_1\mathbf{w} + \mathrm{B}_2\mathbf{u}, \\ &\mathbf{z} = C_1\mathbf{x} + D_{11}\mathbf{w} + D_{12}\mathbf{u}, \\ &\mathbf{y} = C_2\mathbf{x} + D_{21}\mathbf{w} + D_{22}\mathbf{u}, \end{aligned} \tag{1.7}$$

где $\mathbf{x}$ - вектор состояния системы, $\mathbf{w}$ - вектор возмущений, $\mathbf{u}$ - вектор управляющего воздействия, $\mathbf{z}$ - вектор погрешности управления, $\mathbf{y}$ - вектор наблюдаемых параметров.

Основной задачей синтеза H_∞ - управления является нахождение управления $\mathbf{u} = \mathrm{K}_\infty\mathbf{y}$, которое минимизировало бы H_∞ - норму передаточной функции замкнутой системы управления, или, другими словами, чтобы передаточная функция от $\mathbf{w}$ к $\mathbf{z}$ была меньше $\gamma > 1, \gamma = \mathrm{const}$ [3], [4]:

$$\left\|\mathrm{T}_{\mathrm{wz}}\right\|_\infty < \gamma, \tag{1.8}$$

где H_∞ - норма передаточной функции системы управления имеет вид:

$$\mathrm{J}_\infty(K) = \left\|\mathrm{T}_{\mathrm{wz}}\right\|_\infty = \sup\left\{\frac{\|\mathbf{z}\|_2}{\|\mathbf{w}\|_2} : w \neq 0\right\}. \quad (1.9)$$

Для разработки H_∞- управления необходимо, чтобы матрицы системы управления удовлетворяли определенным условиям [3], основными из которых являются: пара $(\mathrm{A},\mathrm{B}_2)$ - стабилизируема, пара $(\mathrm{C}_2,\mathrm{A})$ - определима, пары $(\mathrm{C}_1,\mathrm{A})$, $(\mathrm{A},\mathrm{B}_1)$ не имеют собственных чисел на мнимой оси.

Разработка H_∞- управления для системы вида (1.7) производится на основе двух известных подходов: 1) синтез H_∞- управления на основе решения матричных уравнений; 2) синтез H_∞- управления на основе решения линейных матричных неравенств.

В рамках первого подхода H_∞- управление, удовлетворяющее (1.8), может быть найдено при условии существования симметричного положительного (полу)определенного решения P,Z двух матричных уравнений Риккати [3], [5]. В рамках второго подхода H_∞- управление для системы (1.7) задается в виде [6], [7]:

$$\mathrm{K}_\infty(s) = D_k + C_k(sI - A_k)^{-1}B_k. \quad (1.10)$$

или

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}}_k &= A_k\mathbf{x}_\mathbf{k} + B_k\mathbf{y}, \\ \mathbf{u} &= C_k\mathbf{x}_\mathbf{k} + D_k\mathbf{y}, \end{aligned} \quad (1.11)$$

где $\mathbf{x}_\mathbf{k}$ - вектор вспомогательных переменных.

Передаточная функция от $\mathbf{w}$ к $\mathbf{z}$ замкнутой системы управления принимает вид:

$$T_{wz}(s) = D_{cl} + C_{cl}(sI - A_{cl})^{-1}B_{cl}, \quad (1.12)$$

где

$$\begin{aligned} A_{cl} &= \begin{pmatrix} A + B_2D_kC_2 & B_2C_k \\ B_kC_2 & A_k \end{pmatrix}, B_{cl} = \begin{pmatrix} B_1 + B_2D_kD_{21} \\ B_kD_{21} \end{pmatrix}, \\ C_{cl} &= (C_1 + D_{12}D_kC_2, D_{12}C_k), D_{cl} = D_{11} + D_{12}D_kD_{21}. \end{aligned} \quad (1.13)$$

В данной статье мы рассмотрим более подробно второй подход. Управление вида (1.10) с матрицей коэффициентов управления $\Omega_k = \begin{pmatrix} A_k & B_k \\ C_k & D_k \end{pmatrix}$, удовлетворяющее (1.8), может быть найдено при условии существования симметричных решений R,S системы матричных неравенств [6], [8]:

$$\begin{pmatrix} \mathrm{N_R} & 0 \\ 0 & \mathrm{I} \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} AR + RA^T & RC_1^T & B_1 \\ C_1R & -\gamma I & D_{11} \\ B_1^T & D_{11}^T & -\gamma I \end{pmatrix} \begin{pmatrix} N_R & 0 \\ 0 & I \end{pmatrix} < 0, \quad (1.14)$$

$$\begin{pmatrix} \mathrm{N_S} & 0 \\ 0 & \mathrm{I} \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} A^TS + SA & SB_1 & C_1^T \\ B_1^TS & -\gamma I & D_{11}^T \\ C_1 & D_{11} & -\gamma I \end{pmatrix} \begin{pmatrix} N_S & 0 \\ 0 & I \end{pmatrix} < 0, \quad (1.15)$$

$$\begin{pmatrix} \mathrm{R} & \mathrm{I} \\ \mathrm{I} & \mathrm{S} \end{pmatrix} > 0, \quad (1.16)$$

где $\mathrm{N_R}, N_S$ представляют собой базисы нуль-пространств матриц $(\mathrm{B}_2^\mathrm{T}, D_{12}^T)$ и (C_2, D_{21}) соответственно.

Решения R,S связаны с компонентами матрицы Ω_k с помощью одного линейного уравнения, решаемого относительно $X_\infty > 0$ [6], [8]:

$$\begin{pmatrix} \mathrm{S} & \mathrm{I} \\ \mathrm{N}^{\mathrm{T}} & 0 \end{pmatrix} = X_\infty \begin{pmatrix} I & R \\ 0 & M^T \end{pmatrix}, \tag{1.17}$$

где $MN^T = I - RS$.

и одного матричного неравенства, решаемого относительно Ω_k [6], [8]:

$$\begin{bmatrix} A_{cl}^T X_\infty + X_\infty A_{cl} & X_\infty B_{cl} & C_{cl}^T \\ B_{cl}^T X_\infty & -\gamma I & D_{cl}^T \\ C_{cl} & D_{cl} & -\gamma I \end{bmatrix} < 0. \tag{1.18}$$

3. Математическая модель управления ориентацией МКА с учетом изменения моментов его инерции и эффективности работы исполнительных органов

В связи с тем, что в данной статье описывается синтез линейного H_∞- управления, проведем линеаризацию уравнений (1.3), (1.4) около положения $\tilde{q} = [1\ 0\ 0\ 0]$, $\tilde{\omega} = 0$, которое соответствует случаю, когда оси ССК совпадают с осями ОСК:

$$\begin{aligned} J_x \ddot{q}_1 - (J_x + J_z - J_y)\omega_0 \dot{q}_3 + 4(J_y - J_z) q_1 \omega_0^2 &= \frac{1}{2} u_x + \frac{1}{2}(B_z^o \mathrm{w}_y - B_y^o w_z), \\ J_y \ddot{q}_2 + 3\omega_0^2 (J_x - J_z) q_2 &= \frac{1}{2} u_y + \frac{1}{2}(B_x^o w_z - B_z^o w_x), \\ J_z \ddot{q}_3 - (J_x + J_z - J_y)\omega_0 \dot{q}_1 + (J_y - J_x) q_3 \omega_0^2 &= \frac{1}{2} u_z + \frac{1}{2}(B_y^o w_x - B_x^o w_y), \end{aligned} \tag{1.19}$$

где $\mathbf{u} = [-J_{rx}\dot{\omega}_{rx}, -J_{ry}\dot{\omega}_{ry}, -J_{rz}\dot{\omega}_{rz}]$, $\mathbf{w} = [m_x, m_y, m_z]$, $\mathbf{B}^o = [B_x^o, B_y^o, B_z^o]$ - вектор магнитной индукции магнитного поля Земли в ОСК.

Приведем систему (1.26) к более удобному виду:

$$F\ddot{\mathbf{p}} + H\mathbf{p} + Q\mathbf{p} = G_d \mathbf{w} + G_u \mathbf{u}, \tag{1.20}$$

где $p = [q_1, q_2, q_3]$,

$$F = \begin{bmatrix} J_x & 0 & 0 \\ 0 & J_y & 0 \\ 0 & 0 & J_z \end{bmatrix},\ H = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -\omega_0 (J_x + J_z - J_y) \\ 0 & 0 & 0 \\ \omega_0 (J_x + J_z - J_y) & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$Q = \begin{bmatrix} 4\omega_0^2 (J_y - J_z) & 0 & 0 \\ 0 & 3\omega_0^2 (J_z - J_x) & 0 \\ 0 & 0 & 3\omega_0^2 (J_y - J_x) \end{bmatrix},\ G_u = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} \end{bmatrix}, \tag{1.21}$$

$$G_d = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{2} B_z^o & -\frac{1}{2} B_y^o \\ -\frac{1}{2} B_z^o & 0 & \frac{1}{2} B_x^o \\ \frac{1}{2} B_y^o & -\frac{1}{2} B_x^o & 0 \end{bmatrix}$$

Для моделирования неопределенностей изменения моментов инерции МКА примем, что измененное значение моментов инерции МКА можно рассматривать как сумму их номинальных значений $\widetilde{J}_x$, $\widetilde{J}_y$, $\widetilde{J}_z$ и возмущений:

$$J_x = \widetilde{J}_x + \Delta J_x \delta_x,\ J_y = \widetilde{J}_y + \Delta J_y \delta_y,\ J_z = \widetilde{J}_z + \Delta J_z \delta_z, \tag{1.22}$$

где ΔJ_x, ΔJ_y, ΔJ_z - значение вариации моментов инерции МКА; $\delta_x, \delta_y, \delta_z$ - нормализованные параметрические неопределенности моментов инерции МКА, $\delta_x, \delta_y, \delta_z \le 1$.

При подстановке (1.22) в (1.19) в правой части (1.19) возникает дополнительный член, представляющий собой возмущения вследствие неопределенности изменения моментов инерции МКА:

$$\mathrm{F}\ddot{\mathbf{p}} + H\dot{\mathbf{p}} + Q\mathbf{p} = G_d \mathbf{w} + \widetilde{G}_d \tilde{\mathbf{w}} + G_u \mathbf{u}, \tag{1.23}$$

где $\mathrm{F} = F_0 + L_M \Delta_M P_M$, $H = H_0 + L_D \Delta_D P_D$, $Q = Q_0 + L_K \Delta_K P_K$, $\widetilde{G}_d = [L_M\ L_D\ L_K]$, $\tilde{\mathbf{z}} = [P_M \ddot{p}, P_D \dot{p}, P_K p]$, $\tilde{\mathbf{w}} = -\tilde{\mathbf{z}}$.

Эффективность работы исполнительных органов зависит от способности вырабатывать требуемое значение управляющих моментов. Данная способность может быть полностью или частично утрачена по многим причинам, например, неисправности в работе механической части исполнительных органов, погрешности оценки текущей ориентации и т.д.

Для моделирования изменения эффективности работы исполнительных органов - маховиков в нашем случае примем, что величина их управляющего момента $\mathbf{u}$ регулируется с помощью коэффициента деградации σ:

$$\mathbf{u} = \sigma \mathbf{u}. \tag{1.24}$$

Полученные уравнения (1.23) с учетом (1.24) характеризуют линейную систему управления, которая с помощью матричных преобразований приведена к виду (1.7). Далее, используя подход, описанный в разделе 2, был проведен синтез H_∞ - управления при учете возмущений различного характера.

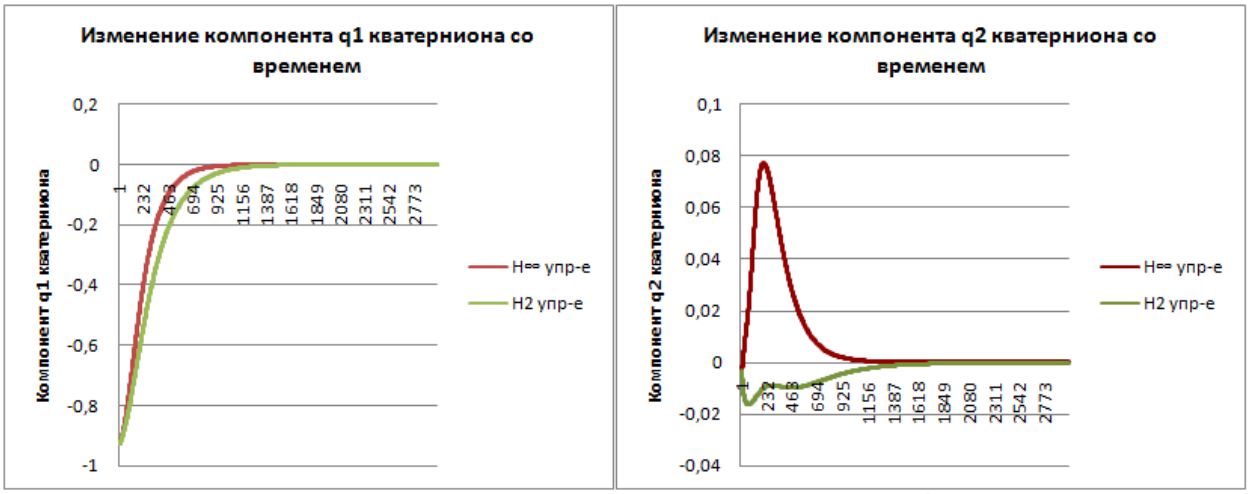
4. Анализ эффективности математической модели управления ориентацией МКА

В данном разделе приводятся результаты численного моделирования управляемого движения МКА и анализ эффективности разработанного H_∞ - управления в сравнении с управлением в пространстве H_2 или линейно-квадратичным регулятором [3], который в отличие от H_∞ - управления не позволяет учитывать при его синтезе неопределенности и возмущения различного характера за исключением шумов.

Моделирование управляемого движения проведено с шагом по времени $\mathrm{dt} = 0.01\,\mathrm{sec}$ для МКА с моментами инерции $\mathrm{J} = [0.04088;\ 0.04088;\ 0.1116]$ кг$\cdot$м^2 и нескольких задач учета возмущений различного характера. Начальное угловое положение МКА: $\varphi = [150.0;\text{-}35.0;10.0]^\circ$, $\boldsymbol{\omega}_{bi}^b = [150.0;\text{-}35.0;10.0]$ rad/sec. Требуемое угловое положение МКА: $\varphi = [0.0;0.0;0.0]^\circ$, $\boldsymbol{\omega}_{bi}^b = [0.0;0.0;0.0]$ rad/sec. Сравнение эффективности H_∞ - и H_2 - управления проведено при условии использования одинаковых предельных значений управляющих моментов маховиков для обоих контроллеров.

В качестве первой задачи рассмотрен случай учета внешних гравитационных и магнитных возмущений, обусловленных влиянием постоянного остаточного магнитного момента величиной $\mathbf{m} = [0.2;\text{-}0.06;0.01]$ А$\cdot$м^2. На рисунке 1а,б представлено изменение компонент q_1, q_2 кватерниона со временем, полученное в результате использования H_∞ - и H_2 - управления.

Из рисунков видно, что эффективность H_∞ - управления касательно компенсации внешних возмущений значительно выше в сравнении с H_2- управлением. Кроме того, использование H_∞ - управления позволяет достигнуть требуемой ориентации МКА с точностью порядка 10^{-4} в течение 12 секунд, в то время как при использовании H_2- управления на это требуется 17 секунд.

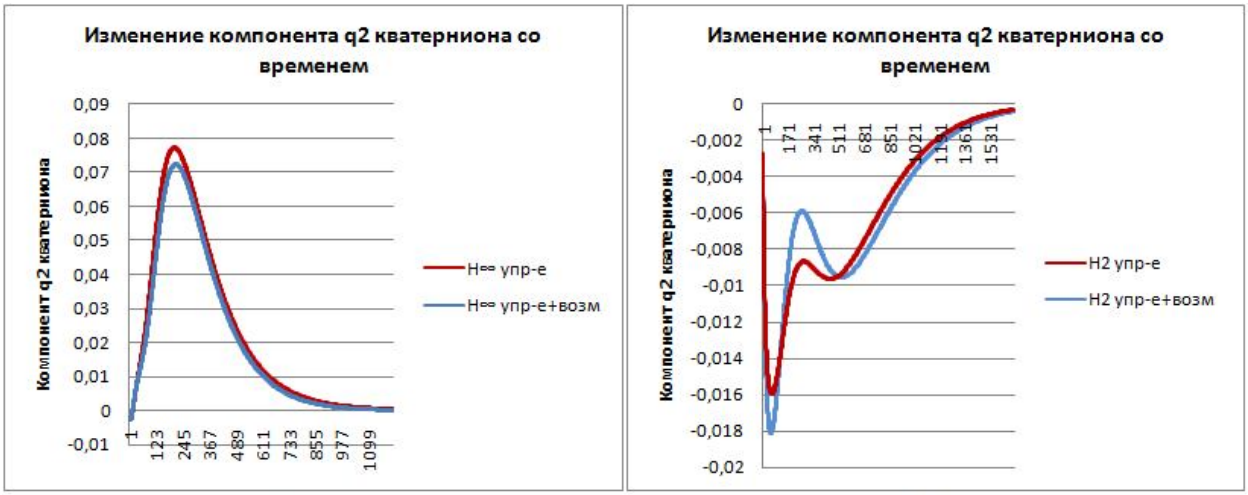


а) б)

Рис. 1. Изменение компонент q_1, q_2 кватерниона при использовании H_2- и H_∞ - управления

В качестве второй задачи рассмотрен случай учета возмущений вследствие неопределенности изменения моментов инерции МКА. Для вычислений принято, что значение вариации моментов инерции от их номинальных значений составляет $\Delta J = [-20\%J_x; 20\%J_y; -20\%J_z]$, чего вполне достаточно для описания влияния смещений полезной нагрузки, антенн или солнечных панелей МКА. На рисунке 2а представлено изменение с течением времени компоненты q_2 кватерниона, полученное в результате использования H_∞- управления. На рисунке 2б представлено изменение компоненты q_2 кватерниона, полученное в результате использования H_2- управления.

Из рисунков видно, что изменение моментов инерции МКА практически не влияет на эффективность работы H_∞- управления в сравнении с H_2- управлением. К тому же в случае H_∞- управления разница во времени достижения МКА требуемой ориентации между возмущенным и невозмущенным случаем значительно меньше.

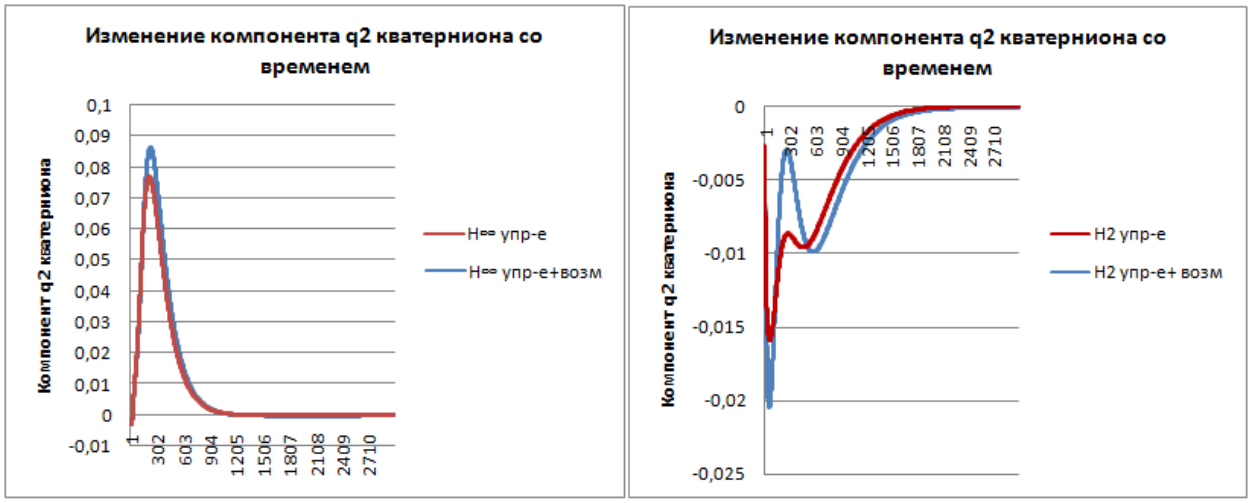


а) б)

Рис. 2. Изменение компоненты q_2 кватерниона при использовании H_2- и H_∞ - управления

В качестве третьей задачи рассмотрен случай снижения эффективности работы маховиков МКА на 30%, так как при большей степени снижения эффективности вероятность достижения требуемой точности ориентации, используя данный набор исполнительных органов, довольно мала. На рисунке 3а представлено изменение компоненты q_2 кватерниона, полученное в результате использования H_∞- управления. На рисунке 3б представлено изменение компоненты q_2 кватерниона, полученное в результате использования H_2- управления.

Из рисунков видно, что деградация эффективности работы маховиков практически не влияет на эффективность работы H_∞- управления в сравнении с H_2- управлением, что говорит об устойчивости H_∞- управления к изменению значений управляющих сигналов.



а) б)

Рис.3. Изменение компоненты q_2 кватерниона со временем при использовании H_2- и H_∞ - управления

ЛИТЕРАТУРА

1 Inamori T., Sako N., Nakasuka S. Magnetic dipole moment estimation and compensation for an accurate attitude control in nano-satellite missions // Acta Astronautica. – 2011. - № 68. – P. 2038 - 2046

2 Green M., Limebeer D. Linear robust control. – New Jersey: Prentice – Hall Inc., 1995. - 560 p.

3 Zhou K., Doyle J.C., Glover K. Robust and optimal control. – New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1996. – 603 p.

4 Doyle J.C., Glover K., Khargonekar P.P., Francis B. A. State-space solutions to standard H_2 and H_∞ control problems // IEEE Transactions on Automatic Control. – 1989. - AC-34(g). – P. 831-847

5 Gadewadikar J., Lewis F. L., Abu-Khalaf M. Necessary and sufficient conditions for H∞ static output-feedback control // Journal of guidance, control, and dynamics. – 2006. - vol.4. - P. 915–921

6 Gahinet P. Explicit controller formulas for LMI-based H_∞ synthesis // Automatica. – 1996. –vol. 32. - P. 1007-1014

7 Scherer C. H - infinity control by state feedback: an iterative algorithm and characterization of high-gain occurrence // Syst. Control Lett. - 1989. - № 12. – P. 383 – 391

8 Gahinet P., Apkarian P. A linear matrix inequality approach to H_∞ control // Int. J. Robust Nonlinear Contr. – 1994. - vol. 4. - P. 421 - 448

Сухенко А.С.

Әр түрлі ауытқуларға орнықты кіші ғарыш аппараттарының бағдарлауын бақылауды әзірлеу

Түйіндеме. Бұл мақалада гравитациялық және қалдық магниттік ауытқуларды, сонымен қатар КҒА инерция моменттерінің өзгеру белгісіздігімен және маховиктер жұмысының тиімділігінің азаюымен байланысты болатын ауытқуларды қарастырған кездегі үш маховиктің көмегімен КҒА-ның H_∞ - бағдарлауын бақылау әзірленді. Алынған H_∞ – басқарудың жұмыс тиімділігіне жүргізілген талдау оның КҒА бағдарлауын басқару жүйесінің келтірілген ауытқуларға орнықтылығын қамтамасыз ететіндігін көрсетті, сәйкесінше әр түрлі сипаттағы ауытқуларды қарастырған кезде КҒА бағдарлауын басқаруға қатысты есептерді шығару үшін ең қолайлы болып табылады.

Түйін сөздер: кіші ғарыш аппараты, бағдарлауды басқару, ауытқуларға орнықтылық, H_∞ - басқару, матрицалық теңсіздіктер

Sukhenko A.S.

Development of small satellite attitude controller stable to the various perturbations

Summary. Small satellite attitude H_∞ - control implemented with help of three reaction wheels taking into account the gravity-gradient torque, residual magnetic disturbances and disturbances caused by the uncertainty of small satellite moment of inertia variation and decrease of effectiveness of the reaction wheels is developed in this article. Performance analysis of developed H_∞ - controller showed that it ensures the stability of the attitude control system of small satellite to the given disturbances, and therefore it is the most preferred for solving the small satellite attitude control problems taking into account perturbations of different nature.

Key words. small satellite, attitude control, stability to perturbations, H_∞ - control, matrix inequalities

УДК 004.422.81

А.Д. Гиенко, М.Т. Ипалакова, Е.А. Дайнеко*, Н.К. Рахимжанова, М.Б. Бектурганов
(Международный университет информационных технологий,
Алматы, Казахстан, *E-mail: yevgeniya2001@gmail.com)

РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ НА ПРИМЕРЕ МАШИНЫ АТВУДА

Резюме. Представлены результаты разработки программного модуля «Виртуальная лаборатория» в системе высшего образования применительно к задачам физики по темам кинематики и динамики. Приведен краткий обзор технологий насыщенных интернет приложений (Rich Internet Application). Описаны информационные технологии проектирования и разработки виртуальной лабораторной работы.

Ключевые слова: Виртуальная физическая лаборатория, высшее образование, 3D моделирование, Unity 3D, C#, RIA.

Введение

Использование различных материалов (как в качестве основных, так и дополнительных) в процессе обучения позволяет не только расширить изначально предполагаемую область знаний, но также вызвать гораздо больший интерес у обучающихся и повысить их мотивацию при изучении предмета. В частности, использование виртуальных моделей в учебном процессе позволяет повысить наглядность изучаемого процесса, а также помочь обучающимся более детально проработать и понять теоретический уровень излагаемого материала [1]. При использовании виртуальных моделей в качестве материала для обучения студент получает больше возможностей для исследовательской и творческой деятельности, что приводит к гораздо более глубокому усваиванию преподаваемого материала. Однако нужно отдельно отметить, что сама виртуальная модель должна быть детально проработана. Она должна выходить за рамки заранее заданной анимации или видеоряда, которые зачастую позволяют достаточно эффективно продемонстрировать последовательное протекание того или иного процесса, но не позволяют активно влиять на происходящее [2, 3]. Данное ограничение можно обойти путем добавления в анимацию или видеоряд предопределенного пошагового конфигуратора. Однако вариативность подобного подхода будет весьма ограничена ввиду конечного и заранее заданного набора параметров для выбора. Резюмируя вышесказанное, можно сделать вывод, что сложность виртуальной модели должна быть достаточной, чтобы позволить обучающимся реализовывать себя творчески. Одним из примеров таких моделей, которая позволяет обойти недостатки, описанные выше, является виртуальная лаборатория.

Виртуальная лаборатория представляет собой компьютерную программу или связанный комплекс программ, осуществляющий компьютерное моделирование или симуляцию некоторых процессов (это могут быть физические, химические или другие процессы). Особую роль играет применение таких программных разработок при изучении технических и естественнонаучных дисциплин, например, физики.

Одним из наиболее эффективных способов изучения физических процессов является непосредственная демонстрация физических явлений на реальном физическом оборудовании. Однако очень часто использование реальных физических установок не представляется возможным. Это может быть связанно с недостаточной оснащенностью лабораторной комнаты стандартным оборудованием, например, в виду их физических габаритов или высокой стоимости (машина Атвуда,

маятник Максвелла или растровый электронный микроскоп) [4]. Именно в таких случаях выходом из существующего положения служат виртуальные лаборатории, позволяющие симулировать подобные физические эксперименты на компьютере.

В Международном университете информационных технологий на кафедре вычислительной техники, программного обеспечения и телекоммуникаций ведется разработка виртуальной лаборатории по физике, в состав которой войдут 6 лабораторных работ. Ниже будет представлена разработка одной из них, а именно «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда» в виде кроссплатформенного приложения.

Краткий обзор технологий Насыщенных интернет приложений (Rich Internet Application)

Несмотря на то, что термин «Насыщенные (или *богатые*) интернет приложения» (**RIA – Rich Internet Application**) [5–7] в англоязычной литературе имеет несколько определений, все они сходятся на том, что применение подобных приложений позволяет значительно расширить заложенные возможности браузера посредством установки дополнительных плагинов (Silverlight [8], Adobe Flash [9], Java Applets [10], Unity 3D [11] и т.д.) или же использования фреймворков, работающих поверх возможностей, предоставляемых стандартом HTML 5 [12] и JavaScript (Google Web Toolkit [13] и т.д.). В таблице 1 приведены наиболее известные на данный момент подобные технологии. Выбор этих продуктов обусловлен распространенностью в Интернет и наличием у пользователей установленных платформ для запуска RIA.

Насыщенные интернет приложения позволяют решить множество задач, избежав некоторых сложностей, связанных с проектированием и разверткой программных продуктов.

Таблица 1. **Сравнение инструментов для создания насыщенных интернет приложений**

Название	Компания	Актуальность	Доступность
Silverlight	Microsoft	Средняя	Бесплатно
Adobe Flash	Adobe	Высокая	Платно
Java Applets	Oracle	Средняя	Бесплатно
Unity 3D	Unity Technologies	Очень высокая	Бесплатно
HTML 5	World Wide Web Consortium	Очень высокая	Бесплатно
Google Web Toolkit	Google	Высокая	Бесплатно

Представленные плагины, такие как Adobe Flash, Java Applets, Unity 3D разрабатываются одновременно для нескольких платформ по одному и тому же стандарту. Это позволяет достичь определенного уровня абстракции и сфокусировать усилия для разработки итогового приложения без необходимости создавать различные версии для различных операционных систем. HTML 5, Google Web Toolkit и другие не требуют установки плагинов и используют возможности самих браузеров. Это несет в себе как положительные, так и отрицательные стороны. С одной стороны, есть возможность облегчить запуск приложения на браузере клиента и охватить большее количество браузеров. С другой же стороны, не все браузеры интерпретируют этот код одинаково и с одинаковой производительностью, что может создать непредвиденные ошибки и необходимость во фрагментации реализации. Браузерные плагины лишены этого недостатка.

Браузерные плагины также предоставляют ряд преимуществ над разработкой настольных версий программы:

- несмотря на то, что плагины также требуют установки на конечный компьютер, как правило, для этого не требуется прав администратора, что упрощает процесс и уменьшает риски безопасности;
- установка плагина необходима всего один раз на неограниченное количество лабораторных работ;
- так как доступ к виртуальным лабораторным работам осуществляется по сети, через браузер, то программа виртуальной лабораторной работы будет всегда автоматически обновляться до последней версии при открытии страницы, что существенно упрощает поддержание актуальности установленных версий на компьютерах пользователей;
- при необходимости студенты могут получить доступ для повторного прохождения лабораторной работы дома с целью подготовки к защите или коррекции данных.

К минусам такого подхода можно отнести необходимость скачивать файлы сцены виртуальной лабораторной работы на компьютеры клиентов при первом обращении, что может потребовать

достаточно высокой пропускной способности при большом количестве одновременных обращений. Однако при реализации и внедрении описываемой виртуальной физической лаборатории в университете сервер планируется установить в его локальной сети. В связи с этим упомянутый недостаток не будет являться проблемой.

Выбор в пользу инструмента Unity 3D для разработки виртуальных лабораторных работ был сделан, так как данное приложение:

- является ядром и инфраструктурой, которые образуют систему для разработки двух- и трехмерных приложений и игр;
- позволяет оперировать не только кодом, но и визуальными компонентами с последующим их экспортом на любую распространенную мобильную платформу;
- поддерживает все основные 3D-приложения, множество форматов звука, которые легко импортируются;
- обеспечивает кроссплатформенную поддержку и возможность писать сценарии на любом из языков C#, javascript или Boo;
- поддерживает технологию Drag&Drop;
- распространяется бесплатно;

Разработка виртуальной физической лаборатории на примере машины Атвуда

Физические основы

Машина Атвуда предназначена для исследования законов движения тел в поле земного тяготения. При небольшой высоте установки машина Атвуда позволяет измерять время движения тел (доли секунды), тем самым решая проблему исследования свободного падения. Общий вид прибора Атвуда показан на рисунке 1.

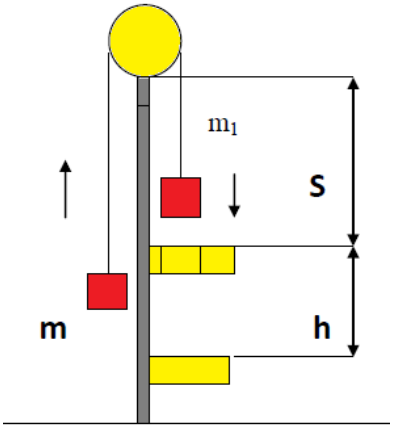


Рис. 1. Машина Атвуда

Машина Атвуда состоит из вертикальной колонны с масштабной линейкой, на которой закреплены три кронштейна (верхний с постоянной фиксацией не показан на рисунке 1). На колонне установлен легкий блок, способный вращаться с незначительным трением, и электромагнит. Через блок перекинула легкая нить с прикрепленными на концах грузами одинаковой массы. Электромагнит удерживает блок с грузами в состоянии покоя. Средний кронштейн снабжен кольцом для снятия перегрузка. В момент прохождения груза через кольцо включается секундомер, измеряющий время t равномерного движения грузов на пути h. Измеряя расстояния, пройденные грузом соответственно при равноускоренном S и равномерном h движении, а также время t, можно проверить основные законы кинематики и динамики поступательного движения, а также вычислить ускорение свободного падения.

Реализация

Как было отмечено выше, среда Unity 3D позволяет писать сценарии на любом из трех языков программирования, а именно C#, javascript или Boo. Для реализации описываемой лабораторной работы авторами был выбран язык C#.

Unity 3D не является системой, в которой проектируются двумерные ресурсы и трехмерные модели. Их можно вставлять и управлять ими, но создавать с помощью инструментария Unity,

предлагаемого по умолчанию, нельзя. Для этих целей необходимо использовать предназначенные для этого приложения, например, Autodesk Maya, 3ds Max, Blender или Adobe Photoshop. Далее разработанные 3D объекты импортируются в среду Unity, которая поддерживает множество форматов ресурсов, в том числе и перечисленные выше. Для целей лабораторной работы с применением машины Атвуда трехмерные модели стола, штатива и маятника были спроектированы в приложении Autodesk 3ds Max – полнофункциональной профессиональной программной системе для создания и редактирования трехмерной графики и анимации. На рисунке 2 показано рабочее окно приложения Unity 3D в процессе разработки описываемой виртуальной лабораторной работы.

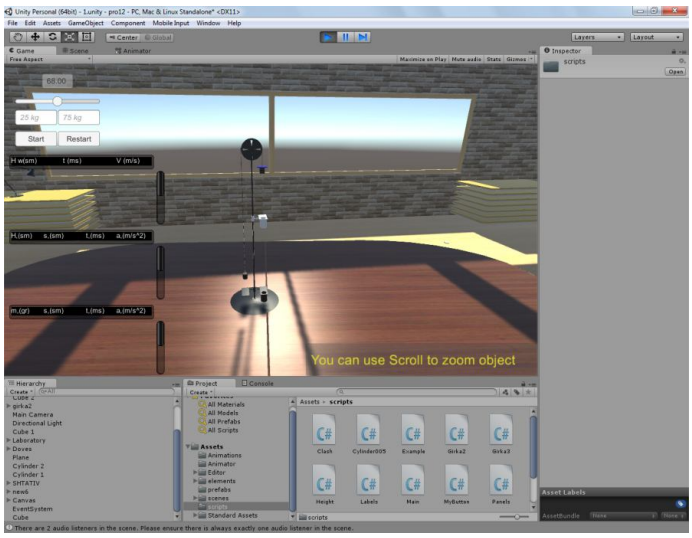


Рис. 2. Разработка виртуальной лабораторной работы в Unity 3D

Одной из главных характеристик виртуальных лабораторных работ, по мнению авторов, является их интерактивность. Поэтому, во-первых, для того чтобы создаваемое приложение обладало данным качеством, в процессе его разработки была предусмотрена возможность взаимодействовать с объектами симуляции и управлять ими с помощью мыши.

Во-вторых, интерактивность виртуальной лабораторной работы предполагает предоставление пользователю возможности влиять на ход эксперимента, а не быть пассивным наблюдателем заранее спланированной демонстрации. Для этого в виртуальном приложении была создана панель ввода исходных данных и расчета исследуемых величин, используя которые студенты могут изменять течение опыта, что, в свою очередь, ведет к более детальному пониманию сути изучаемых законов. На рисунке 3 показано окно работающего приложения.

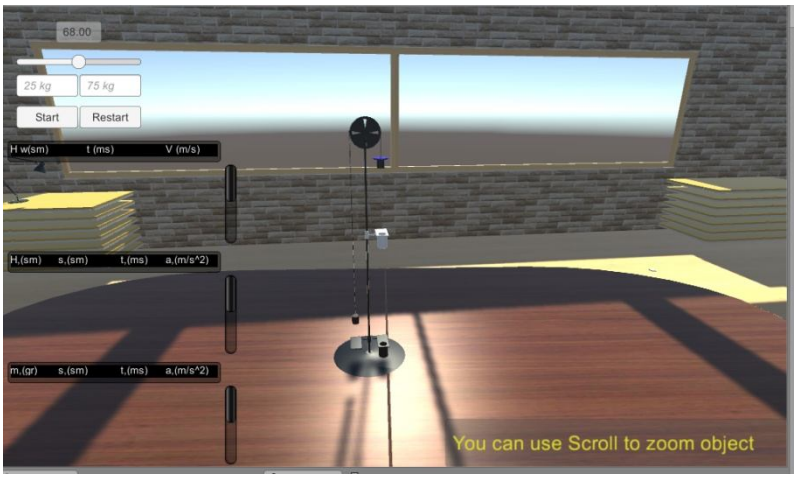


Рис. 3. Выполнение виртуальной лабораторной работы «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда»

Вывод

Компьютерные обучающие системы, в частности виртуальные лаборатории представляют собой, несомненно, перспективное средство обучения, которое может применяться при преподавании практически любых дисциплин. В статье рассматривается удачный пример разработки виртуальной лабораторной работы по физике как части подобной лаборатории в качестве кроссплатформенного приложения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Е. Князева, “Лабораторные работы нового поколения,” *Фундаментальные исследования*, 2012.

[2] П. Боровцов, “Интенсивные педагогические технологии при обучении студентов,” *Психопедагогика в правоохранительных органах*, 2007.

[3] Д.П. Тарасов, А.Ф. Сидоркин, и Р.В. Хаустов, “О значимости электронного учебного пособия при подготовке и выполнении лабораторной работы по Физике,” *Перспективы науки и образования*, 2013.

[4] Д.Б. Улыкпанов, М.Н. Танашев, “Разработка веб-приложения виртуальной физической лаборатории «Создание виртуального симулятора растрового электронного микроскопа»,” *Международная конференция студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ӘЛЕМІ»*, 2015, p. 333.

[5] P. Fraternali, G. Rossi, and F. Sánchez-Figueroa, “Rich internet applications,” *Internet Computing, IEEE*, vol. 14, 2010, pp. 9–12.

[6] T. Noda and S. Helwig, “Rich internet applications,” *Technical Comparison and Case Studies of AJAX, Flash, and Java based RIA UW E-Business-Consortium Opinion Papers*, 2005.

[7] J.C. Preciado, M. Linaje, F. Sanchez, and S. Comai, “Necessity of methodologies to model Rich Internet Applications,” *Web Site Evolution, 2005.(WSE 2005). Seventh IEEE International Symposium on*, IEEE, 2005, pp. 7–13.

[8] Microsoft Inc., “Silverlight,” *https://msdn.microsoft.com/en-us/silverlight/bb187358.aspx*.

[9] Adobe Systems Software Ireland Ltd., “Adobe Flash,” *http://www.adobe.com/de/products/flashplayer.html*.

[10] Oracle Corporation, “Java Applets,” *https://docs.oracle.com/javase/tutorial/deployment/applet/index.html*.

[11] Unity Technologies., “Unity 3D,” *https://unity3d.com/*.

[12] W3C, “HTML 5,” *http://dev.w3.org/html5/spec-author-view/*.

[13] Google Inc., “Google Web Toolkit (GWT),” *http://www.gwtproject.org/*.

REFERENCES

[1] Y. Knyazeva, “Laboratornye raboty novogo pokoleniya”, *Fundamentalnye issledovaniya*, 2012.

[2] P. Borovtsov, “Intensivnye pedagogicheskie tehnologii pri obuchenii studentov”, *Psihopedagogika v pravoohranitelnyh organah*, 2007.

[3] D.P. Tarasov, A.F. Sidorkin, i R.V. Haustov, “O znachnimosti elektronnogo uchebnogo posobiya pri podgotovke I vypolnenii laboratornoi raboty po Fizike”, *Perspektivy nauki i obrazovaniya*, 2013.

[4] D.B. Ulykpanov, M.N. Tanashev, “Razrabotka veb-prilozheniya virtualnoi fizicheskoi laboratorii «Sozdanie virtualnogo simulyatora rastrovogo elektronnogo mikroskopa»”, // *Mezhdunarodnaya konferentsiya studentov I molodyh uchenyh «FARABI ALEMI»*. – Almaty, 2015. – S. 333.

[5] P. Fraternali, G. Rossi, and F. Sánchez-Figueroa, “Rich internet applications,” *Internet Computing, IEEE*, vol. 14, 2010, pp. 9–12.

[6] T. Noda and S. Helwig, “Rich internet applications,” *Technical Comparison and Case Studies of AJAX, Flash, and Java based RIA UW E-Business-Consortium Opinion Papers*, 2005.

[7] J.C. Preciado, M. Linaje, F. Sanchez, and S. Comai, “Necessity of methodologies to model Rich Internet Applications,” *Web Site Evolution, 2005.(WSE 2005). Seventh IEEE International Symposium on*, IEEE, 2005, pp. 7–13.

[8] Microsoft Inc., “Silverlight,” *https://msdn.microsoft.com/en-us/silverlight/bb187358.aspx*.

[9] Adobe Systems Software Ireland Ltd., “Adobe Flash,” *http://www.adobe.com/de/products/flashplayer.html*.

[10] Oracle Corporation, “Java Applets,” *https://docs.oracle.com/javase/tutorial/deployment/applet/index.html*.

[11] Unity Technologies., “Unity 3D,” *https://unity3d.com/*.

[12] W3C, “HTML 5,” *http://dev.w3.org/html5/spec-author-view/*.

[13] Google Inc., “Google Web Toolkit (GWT),” *http://www.gwtproject.org/*.

Гиенко А.Д., Ипалакова М.Т., Дайнеко Е.А., Рахимжанова Н.К., Бектурганов М.Б.

Атвуда машинасы үлгісінде физикалық кроссплатформалық зертханалық жұмыстарды жасақтау

Түйіндеме. Жоғары білім беру саласында, қолданылатын кинематика және динамика тақырыптары бойынша, физикалық есептердің виртуальдық зертханалық модульның бағдарламасын жасақтау нәтижересі берілген. Көлемді ғаламтор қосымшаларына шолу келтірілген (Rich Internet Application). Виртуальды зертханалық жұсысты жасақтау жлбасының ақпараттық технологиясы бейнеленген.

Түйін сөздер: Виртуалды физикалық зертхана, жоғарғы білім, 3D моделдеу, Unity 3D, C#, RIA.

A.D. Giyenko, M.T. Ipalakova, Y.A. Daineko, N.K. Rakhimzhanova, M.B. Bekturganov
Development of the cross-platform physical laboratory works on the example of Atwood's machine
Summary. In the article the results of the development of the Virtual Laboratory within the framework of the high education applying to the physics tasks of kinematics and dynamics are presented. The short review of the technologies for the Rich Internet Applications is shown. The information technologies for the design and development of the virtual laboratory work are described.
Key words: Virtual Physics Laboratory, high education, 3D modeling, Unity 3D, C#, RIA.

УДК 539.3

A.N. Dadaeva
(Kazach National Technical University after named K.I.Satpayev
Kazakhstan, Almaty dady1262@mail.ru)

BOUNDARY ELEMENT METHOD FOR TRANSIENT PROBLEMS OF THERMOELASTODYNAMICS

Abstract This paper is devoted to the non-stationary boundary value problems of uncoupled thermoelastodynamics. Two variants of the boundary integral equations are constructed, one of them in Laplace time-transformation space. The determination of inverse transformations are performed by use of numerical method. For displacements definition the indirect potential method was used. The temperature field is determined on the base of direct method. The computer realisation of BEM in this case is demonstrated on examples of external boundary value problem for plane with arched holes by the action of non-stationary impulsive heat flow. BIE in original space with use of retarding potential also are considered and there particulars are discussed.
Key words: thermoelastic media, heat flow, thermal stress-strain state, boundary integral equation, non-stationary boundary value problem, genaralized function.

1. Introduction.

The researches of boundary value problems in thermoelastic mediums with use of boundary element method (BEM) was first used for stationary (static) processes independent of time (t). The quasistatic problems are more complex class with temperature (θ) dependent on t and the static equations of elasticity where the body forces depend on the gradient of $\theta(x,t)$ are used in the definition of the stress-strain state. Such problems were studied by V.Sladek and J.Sladek [1] with use of BEM for plane case and G.E.Dargush, P.K.Banerdjee [2,3] in plane and three-dimensional cases. The third class contains time-dependent problems, when the acceleration of displacement $u(x,t)$ is taken into account in motion equations. The BEM for such problems is developed recently. Apparently the first BE analysis of linear coupled thermoelasticity plane problems with Laplace time-transformation were published by I.Suh, N.Tasaka [4].

This paper is devoted to this class of dynamic problems. Here the model of uncoupled thermoelastodynamics is considered. For investigation of stress-strain state of thermoelastic media by the action of heat flow at its boundary it's appropriately to use the model of uncoupled thermoelastics, because deformations in a body are slow in this case and stipulated by them temperature variations are more less then ones under boundary heat flow action. It gives a possibility to define the temperature separately, without regard the body deformations.

The boundary integral equations (BIE) are constructed in Laplace time-transformation space. The determination of inverse transformations are performed by use of numerical methods. For displacements definition in uncoupled model the indirect potential method was used which had been developed by us for decision of plane problems of elastodynamics [5]. The direct method was used for definition of temperature field. It succeeded to obtain the relations containing temperature instead of its derivatives, what is more convenient by calculations. The computer realisation of this method is demonstrated on example of external boundary value problem for plane with arched hole under the action of non-stationary bounding heat flow.

In the case of BIE in original space only the theoretical aspects of BEM are elaborated. In particular by using of distribution theory the dynamic analogy of Somigliana formulae and BIE were constructed for thermoelastic displacements and temperature.

2. The governing relations. Shock waves. Thermoelastic medium occupies a domain S^- with smooth finite boundary S, $S^- \subset R^2$, n is unit vector of external normal to S. The components of displacement $u_i(x,t)$, stress tensor $\sigma_{ij}(x,t)$ and temperature $\theta(x,t)$ satisfy to the equations:

$$\begin{gathered}\sigma_{ij,j} - \rho\ddot{u}_i + F_i = 0 \\ \theta_{,jj} - \kappa^{-1}\dot{\theta} - \eta\dot{u}_{j,j} + F_{N+1} = 0, \qquad j = 1,...,N\end{gathered} \tag{1}$$

When N=2 the case of plane deformation is considered, and when N=3 – the case of spatial deformation. Everywhere, summation is carried out over repeated subscriprs within their given range of variation.

The components of the stress tensor related σ_{ij} are to the displacements by the Duhamel-Neyman laws:

$$\sigma_{ij} = \lambda\delta_{ij}\delta_{kl}u_{k,l} + \mu(u_{i,j} + u_{j,i}) - \gamma\delta_{ij}\theta \tag{2}$$

Substitution expression (2) in to system (1), are obtain a complete system of equations in u

$$\begin{gathered}L_{ij}(\partial_x, \partial_t)u_j + F_i = 0 \\ L_{ij} = (\lambda + \mu)\partial_i\partial_j + (\mu\Delta - \rho\partial_t\partial_t)\delta_{ij} - \gamma\delta_{j(N+1)}\partial_i, \quad i = 1,2,...,N \\ L_{(N+1)j} = (\Delta - \kappa^{-1}\partial_t)\delta_{j(N+1)} - \eta(1 - \delta_{j(N+1)})\partial_t\partial_j, \quad j = 1,2,...,N+1\end{gathered} \tag{3}$$

This is a system of the mixed hyperbolic-parabolic type. Waves propagating in the thermoelastic medium may be shock waves. The equation of the waves front F has the form:

$$\sum_{j=1}^{N+1} \tau_j^i \nu_j = \sum_{j=1}^{N} \delta_j^i \nu_t \nu_j - \nu_i \nu_t = \nu_i \nu_t - \nu_i \nu_t = 0 \tag{4}$$

where L_{ij}^e is the differential operator of the equations of motion of the elastic solid with the parameters λ, μ and ρ; $(\nu, \nu_t) = (\nu_1,..., \nu_N, \nu_t)$ - is the vector of the normal to F in R^{N+1}.

From (4) it follows that either $\|\nu\| = 0$, or $det\left\{L_{ij}^e(\nu, \nu_t)\right\} = 0$.

The first equation describes the characteristic surface of the classic parabolic equation, which has the form $t = const$ and does not determine the wave front in R^N. The second equation describes the wave front F_t moving R^N with velocity

$$c = |\nu_t| / \|\nu\|, \qquad c = c_j, \qquad j = 1,2 \tag{5}$$

where $c_1 = \sqrt{(\lambda + 2\mu)/\rho}$ - is the velocity of the elastic body waves and $c_2 = \sqrt{\mu/\rho}$ - is the velocity of the shear waves. Thus, wave fronts (shock waves) in the thermoelastic medium travel at the velocity of elastic waves. To derive the condition at the waves fronts, it is convenient to use the theory of generalized functions.

A space of finite infinitely differentiable vector functions are introduced.

$$\varphi(x,t) = \{\varphi_1(x,t),...,\varphi_{N+1}(x,t)\} \in D_{N+1}\left(R^{N+1}\right)$$

The conjugate space $D'_{N+1}\left(R^{N+1}\right)$ - the space of generalized vector functions $\hat{f}(x,t) = \left\{\hat{f}_i(x,t), \quad i = 1,2,...,N+1\right\}$ of linear functional on $D_{N+1}\left(R^{N+1}\right)$ corresponds to this. The solutions of the equations (3) on $D'_{N+1}\left(R^{N+1}\right)$, which are called generalized are considered.

Theorem 1. *In order to solve it $u(x,t)$ was deciding of the equations (3) on $D'_{N+1}\left(R^{N+1}\right)$ must be executed following the jump conditions on front wave:*

$$[u]_{F_t} = 0, \qquad [\theta]_{F_t} = 0, \tag{6}$$

$$n_j[\sigma_{ij}]_{F_t} = -\rho c[u_{i,t}]_{F_t}, \tag{7}$$

$$n_j\left[\theta_{,j}\right]_{F_t}=\eta n_j\left[u_{j,t}\right]_{F_t} \tag{8}$$

The proof of this theorem is already provided in article [8].

The first equalities (6) show that displacements and temperature of the medium are continuous on fronts of shock thermoelastic waves. The condition (7) gives communication between jump of stresses and jump of velocities at the front a shock wave and coincides with the known law of conservation of the impulse on fronts of shock waves in elastic medium [5].

From the equation (8) follows that on fronts of shock waves the jump of the gradient of temperature is proportional to a jump of a normal component to the front of velocity of displacement of the medium.

The conditions of equality of tangent derivatives to the front follow from the first conditions (6)

$$\left[\nu_j\dot{u}_i-\nu_t u_{i,j}\right]=0 \qquad i=\overline{1,N+1},\quad j=\overline{1,N}\ . \tag{9}$$

as vector $\tau^i=\left(\delta_1^i\nu_t,...,\delta_N^i\nu_t,-\nu_i\right)$ lies in the tangent plane to F:

$$\sum_{j=1}^{N+1}\tau_j^i\nu_j=\sum_{j=1}^{N}\delta_j^i\nu_t\nu_j-\nu_i\nu_t=\nu_i\nu_t-\nu_i\nu_t=0$$

Let's call the solution of the equations (1) conforming on wave fronts conditions (6)-(8), classical.

3. Formulation of the boundary value problems. The uniqueness of the solutions. Suppose the medium occupies a region S^-, bounded by a closed Lyapunov surface S with an outward normal n. The initial and boundary conditions are known, namely,

$$u_i(x,0)=u_i^0(x),\ \theta(x,0)=\theta^0(x),\ x\in(S^-+S);\ \dot{u}_i(x,0)=\dot{u}_i^0(x),\ x\in S^-$$

$$u^0\in C(S+S^-),\ \dot{u}^0\in C(S+S^-) \tag{10}$$

Problem 1. On the boundary ($x\in S$), the load and heat flux are specified:

$$\sigma_{ij}(x,t)n_j(x)=q_i^S(x,t),\qquad q_i^S\in C'(S\times[0,\infty)) \tag{11}$$

$$\partial\theta(x,t)/\partial n=q^S(x,t),\qquad q^S\in C(S\times[0,\infty)) \tag{12}$$

Problem 2. On the boundary ($x\in S$), the displacements and temperature specified:

$$u_i(x,t)=u_i^S(x,t),\qquad u_i^S(x,0)=u_i^0(x);\quad u_i^S\in C(S\times[0,\infty)) \tag{13}$$

$$\theta(x,t)=\theta^S(x,t),\qquad \theta^S(x,0)=\theta^0(x):\quad \theta^S\in C(S\times[0,\infty)) \tag{14}$$

Here, *C(...)* – is a class of continuous functions on the given set, and *C'(...)*- is a class of piecewise-continuous bounded functions. On the fronts of the solutions, the conditions of continuity (6)-(8) are satisfied. It is required to construct the governing relations and BIEs for these problems.

Theorem 2. *If u is the classical solution of boundary value problem, then*

$$\int_0^t dt\int_S\left(\dot{u}_{i,j}\sigma_{ij}+\gamma\eta^{-1}\theta\theta_{,j}\right)n_j\,dS(y)+\int_0^t dt\int_{S^-}\left(F_j\dot{u}_j+\gamma\eta^{-1}\kappa\theta F_{N+1}\right)dV(x)=$$

$$=\int_{S^-}\left(W(u,\theta,t)-W(u,\theta,0)\right)dV(x)+\int_0^t dt\int_{S^-}\|grad\,\theta\|^2\,dV(x),$$

where

$$2W(u,\theta,t)=\sigma_{ij}u_{i,j}+\rho\|\dot{u}\|^2+\gamma\theta u_{j,j}+\gamma(\eta\kappa)^{-1}\theta^2=$$

$$=C_{ij}^{kl}u_{i,j}u_{k,l}+\rho\|\dot{u}\|^2+\gamma(\eta\kappa)^{-1}\theta^2,\quad i,j=1,2,...,N\ .$$

This equality expresses the law of conservation of energy.

The proof of this theorem is already provided in article [8].

The uniqueness of the solution of the solution of boundary-value problem follows from the next theorem.

Theorem 3. *The solution of boundary value problems the uniqueness.*

Proof. In fact, we will assume that two solutions $u^k(x,t)$ *(k=1,2)*. Then the difference $u = u^1 - u^2$ satisfies the zero biundary and initial conditions and corresponding functions $F_i = 0$, and *Q=0*. For *u* we have $\int_{S^-} W(u,\theta,t)dV(x) + \int_0^t dt \int_{S^-} \| grad\ \theta \|^2 dV(x) = 0$.

Since the integrand is positive, it follows that $u \equiv 0, \quad i.e.\ u^1 = u^2$.

We will now formulate the problems in Laplace transform space with respect to time, since the kernels of BIEs can be constructed only in space. The equation of motion (1) in this space, taking into account the conditions on the fronts, take the form:

$$\bar{\sigma}_{ij,j} - \rho p^2 \bar{u}_i + \rho \bar{F}_i + \bar{G}_i = 0$$

$$\bar{\theta}_{,jj} - p\kappa^{-1}\bar{\theta} - \eta p \bar{u}_{j,j} + \bar{F}_{N+1} + \bar{G}_{N+1} = 0$$

$$\bar{G}_i = (\rho \dot{u}_i^0(x) + \rho p u_i^0(x))H_{\bar{S}}(x),\ \bar{G}_{N+1} = (\kappa^{-1}\theta^0(x) - \eta u_{j,j}^0)H_{\bar{S}}(x) + \eta u_j^0 n_j \delta_S(x)$$

In Laplace transform space the initial conditions are transformed into asymptotic conditions:

$$\lim_{p\to+\infty} p\bar{u}(x,p) = u^0(x), \qquad \lim_{p\to+\infty} p\bar{\theta}(x,p) \to \theta^0(x), \qquad x \in (S^- + S)$$

$$\lim_{p\to+\infty} p^2\bar{u}(x,p) = \dot{u}^0(x), \quad x \in S^-$$

The boundary conditions have a form similar to (11)-(14), but only for the Laplace transformation.

3. BIE of uncoupled thermoelastodynamics in Laplace transformation space. Here BIE are constructed in a space of Laplace transformation of time *t*. The transformant of temperature $\bar{\theta}(x,p)$ can be expressed over its bounding value and heat flow [6]:

$$H_D(x)\bar{\theta}(x,p) =$$

$$= \int_S \frac{\partial \bar{U}(x,y,p)}{\partial n(y)} \bar{\theta}(y,p)dS(y) - \int_S \bar{U}(x,y,p)\bar{q}(y,p)dS(y) \qquad (15)$$

Here $\bar{U}(x,y,p) = \frac{1}{2\pi} K_0(r\sqrt{p/\kappa})$, $K_0(z)$ is Macdonalds function, $H_D(z)$ is the characteristic function of *D*:

$$H_D(x) = \begin{cases} 1, x \in D \\ 1/2, x \in S \\ 0, x \notin D + S \end{cases}.$$

For $x \in S$ Eq. (15) gives BIE to define $\bar{\theta}(x,p)$ which is solved here by numerical methods.

The displacements are presented as a sum of solutions of homogeneous and inhomogeneous equations of elastodynamics:

$$\bar{u}(x,p) = \bar{u}^1(x,p) + \bar{u}^2(x,p) \qquad (16)$$

$$\bar{u}_i^1(x,p) = \int_S \bar{U}_{ij}(x,y,p)\bar{\varphi}_j(y,p)dS(y) \qquad (17)$$

$$\bar{u}_i^2 = -\gamma \bar{U}_{ij}(x,p) * (\bar{\theta}(x,p)H_D(x)),_j =$$

$$= -\gamma [\int_D \bar{U}_{ij},_j (x-y,p)\bar{\theta}(y,p)dV(y) = \qquad (18)$$

$$= \frac{\gamma p}{2\pi c_1^3} \int_D \bar{\theta}(y,p) K_1(pr/c_1) \frac{\partial r}{\partial y_i} dV(y)],$$

Here $\overline{U}_{ij}(x,p)$ is the transformant of Green's tensor $U_{ij}(x,t)$ of elastodynamics equations with singular body force $X_i = \delta(x)\delta(t)\delta_j^j$, where δ_i^j :is Kronekker symbol:

$$\overline{U}_{ik} = \frac{\rho}{2\pi\mu}\left(\psi(r,p)\delta_{ik} - \chi(r,p)r_{,i}r_{,k}\right)$$

$$\psi(r,p) = K_0\left(\frac{pr}{c_2}\right) + \frac{c_2}{pr}\left(K_1\left(\frac{pr}{c_2}\right) - K_1\left(\frac{pr}{c_1}\right)\frac{c_2}{c_1}\right) \tag{19}$$

$$\chi(r,p) = K_2\left(\frac{pr}{c_2}\right) - \frac{c_2^2}{c_1^2}K_2\left(\frac{pr}{c_1}\right)$$

Originated by $\overline{u}^2(x,p)$ stresses can be written as a convolution over x

$$\sigma_{ij}^2 = -\gamma\, S_{ij}^k * (\overline{\theta}(x,p)H_D(x))_{,k} = -\gamma\,(S_{ij}^k * \theta(x,p)H_D(x))_{,k} =$$
$$= -\gamma(\overline{\theta}(x,p)H_D(x)\delta_{ij} - \int_D (\overline{\theta}(y,p) - \overline{\theta}(x,p))\,\Phi_{ij}^1(x-y,p)\,dV(y) - \tag{20}$$
$$- \overline{\theta}(x,p)\,V.P.\int_S n_k(y)\,\overline{S}_{ij}^k(x-y,p)\,dS(y))$$
$$\overline{S}_{ij}^k(x,p) = \lambda\overline{U}_{mk,m}\delta_{ij} + \mu\left(\overline{U}_{ik,j} + \overline{U}_{jk,i}\right)$$

There is the expression for the bounding stresses from here

$$\overline{\sigma}_{ij}^2(x,p) = \gamma[\int_D \Phi_{ij}^1(x-y,p)(\overline{\theta}(y,p) - \overline{\theta}(x,p))dV(y) +$$
$$+ c^2\overline{\theta}(x,p)\,n_i n_j - 0.5(1+2c^2\delta_{ij})\,\overline{\theta}(x,p) +$$
$$+ \overline{\theta}(x,p)\,V.P.\int_S \overline{S}_{ij}^k(x-y,p)n_k(y)dS(y)] + \tag{21}$$
$$+ \int_D [\overline{\theta}(y,p) - \overline{\theta}(x,p)]\overline{S}_{ij,k}^k(x-y)dV(y)]$$
$$\Phi_{ij}^1(x,p) = \overline{S}_{ij,k}^k(x,p)$$

The density φ_i is the solution of singular BIE [5]:

$$0{,}5\,\overline{\varphi}_i(x,p) + \int_S \overline{\Gamma}_{ik}(x-y,p,n(y))\,\overline{\varphi}_k(y,p)\,dS(y) =$$
$$= -\overline{\sigma}_{ij}^2(x,p)\,n_j(x) + \overline{f}_i(x,p)$$
$$\overline{\Gamma}_{ik}(x,p,n) = \overline{S}_{ij}^k(x,p)n_j$$

The tensor $\overline{\sigma}_{ij}^2$ is defined from Eq. (21) after solving of Eq. (15) for $x \in S$, then BIE (21) are solved numerically. Formulae (16)-(18) enable to find the displacement of medium.

4. Numerical realisation of BEM. The numerical realisation of BEM are based on boundary contour fragmentation and their interpolation by cubic spline, the construction of the discrete analogue of BIE on the base of the polynomial interpolation of determined functions with using of Gauss formulae for integrating and solving of corresponding system of linear equations, numerical inverse Laplace transformation to original time-space. Applied program in FORTRAN for IBM PC, solving external problems of uncoupled thermoelastodynamics, has been produced [9]. This algorithm was tested on the problem for circular cavity in a plane by action heat flow of next kind [7]:

$$q(x,t) = -H(t)$$
$$\sigma_{ij}(x,t)n_j(x) = 0, x \in S \tag{22}$$

H(t) is Heaviside function, characteristic function of set *t>0.*

Here the some results of computation for a plane wi th arched form cavity (Fig.1) are considered for impulsive heat flow at the boundary:

$$q(x,t) = t\,H(t)\,H(1-t) - (t-2)\,H(t-1)\,H(2-t) \qquad (23)$$

$$\sigma_{ij}(x,t)\,n_j(x) = 0, x \in S$$

Hypothetical thermoelastic medium was used for the illustration of the opportunities of the BEM with next dimensionless parameters: $\rho = 1,\ \nu = 0.25,\ c_1 = 1,\ \gamma = 1,\ k = 1$.

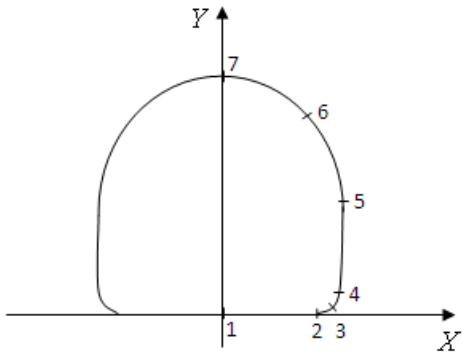


Figure 1

The height and the width of the arched hole are equal 2. The top part of hole boundary is the half-circle of radius R=1, bottom part is rectangular 2x1 with rounded corners, rounding radius is 0.1. The boundary of the hole is divided to N=36 elements, at corners the elements have the smaller size. The heaviest size of a boundary element is equal 0.313, least this 0.031. To the hole the system of co-ordinates is connected, the axis 0y coincides an axis of symmetry, and axis 0x passes by the bottom part of boundary.

At the Figure 2 the temperature *θ (x, t)* are plotted at various points of hole boundary for the problem (23) consequently: 1 - (0.0;0.0), 2 - (0.9;0.0), 3 - (0.9588;0.0191), 4 - (1.0;0.10), 5 - (1.0;1.0), 6 - (0.5878;1.8090), 7 - (0.0;2.0) . Highest temperature is observed at the plane basis of the hole, i.e. in a point 1 with co-ordinates (0,0). During the time the temperature is increasing and it has impulsive form in case [23].

On the Fig. 3,4,5 the dependence of stresses on time is represented for problems (23), where the numbering curve corresponds to numbering points laying on the boundary hole . But here the normal tangential stresses the $\sigma_{ij}\tau_j$ (τ is unit vector perpendicular to *n*) are smallest at point 1. The stresses $\sigma_{ij}\tau_j$ increasing for great *t (t>6)* is connected with unstability of inverse Laplace transformation.

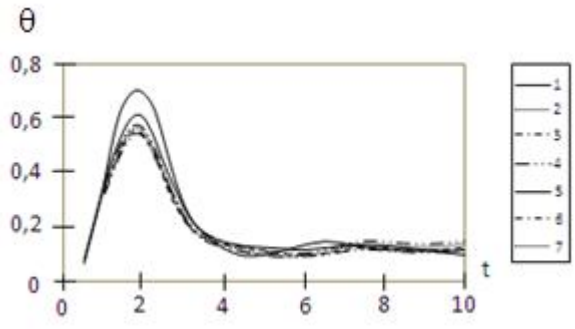


Figure 2

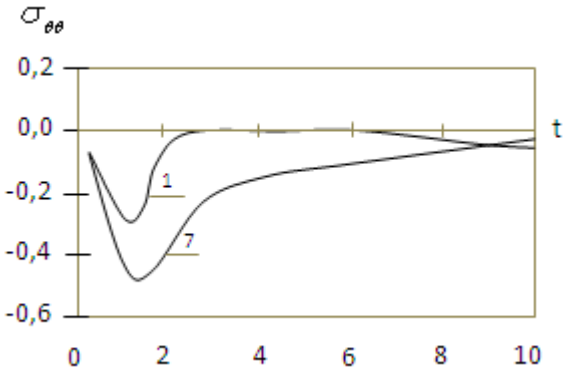


Figure 3

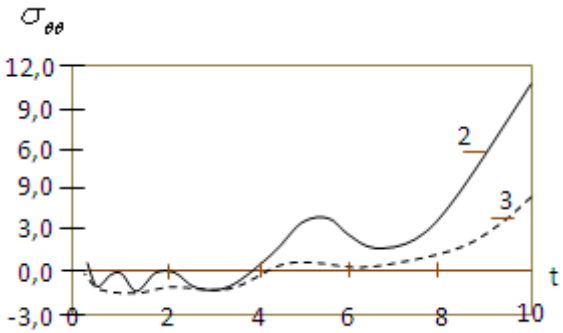


Figure 4

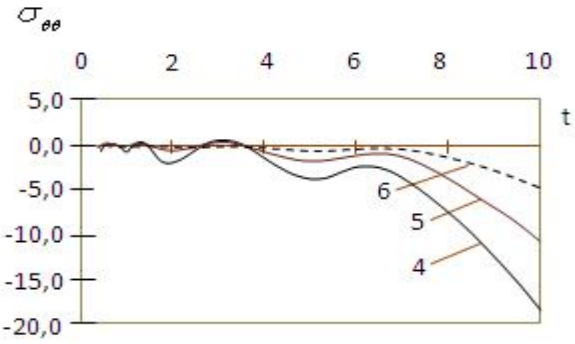


Figure 5

REFERENCES

[1] V.Sladek, J.Sladek. Computation of thermal stresses in quasistatic non-stationary thermoelasticity using boundary element // Int.J. for numerical methods in Engineering.,1989, vol. 28. 1131-1144.

[2] E.Dargush, P.K.Banerdjee. The development of a boundary element methods for time-dependent thermoelasticity // Int.J. Solid and Struct.1989, vol.25.N9, pp.999-1021.

[3] G.E.Dargush, P.K.Banerdjee. Boundary element methods in three-dimensional thermoelasticity // Int.J Solid and Struct.1990, vol.26.N2, 199-216.

[4] I.J.Suh, N.Tasaka. Boundary element analysis of dynamic coupled thermoelasticity problems // Int.J. Computational Mechanics. No 8,1991, 331-342.

[5] Sh.M.Aitaliev, L.A.Alekseyeva, N.B.Zhanbyrbaev, Sh.A.Dildabaev. Boundary integral equations method in dynamics of multiply connected elastic bodies. Alma-Ata, 1992, 227 p. (in Russian).

[6] A.N.Dadaeva. Boundary integral equations of non-stationary boundary value problems of thermoelasticity//. Thesis of Ph.-D. Alma-Ata. Inst. of Pure & Appl. Math. of Nat. Acad. of Sci. of. Kazakhstan., 1995, 66 pp.

[7] L.A.Alekseyeva, A.N. Dadaeva, B.N Koupessova and N.B. Zhanbyrbaev .BIE formulation for transient problems of elastodynamics //Int.J. Boundary Element Communication , 1996, No 7, 206-211.

[8] L.A.Alekseyeva, A.N. Dadaeva. Shock waves in boundary value problems of thermoelastodynamics // Журнал Вестник КазНУ, №1 (76), 2013г. С.82-90.

[9] А.Н. Дадаева Алгоритм численной реализации решения ГИУ несвязанной задачи термоупругости // Журнал Вестник КазНПУ,№3, 2013г.С.51-58.

Дадаева А.Н.

Термосерпімділік стационар емес шеткі есептерінде шекаралық интегралдық теңдеулер әдісі

Түйіндеме. Осы мақалада стационар емес термосерпімділіктін бастапқы-шеткі есептерін шешу үшін шекаралық интегралдық теңдеулер (ШИТ) әдісі қарастырылған. ШИТ-і құру үшін екі әдіс қолданылады, біреуі Лаплас түрлендірумен. Олар үшін соқпа термосерпімділді толқын әсерін есепке алатын шешімің жалғыздығы дәлелденген. Энергия, кернеу, жылдамдық және температура градиентері тығыздығын секіру шарттары ашылған. Қарастырылған әдіс негізінде стационар емес импульсты жылу ағымы күмбез профиль аймағында кернеу концентрациясын анықтау есебі шешілген.

Кілтті сөздер: шекаралық интегралды теңдеулер әдісі, соқпа термосерпімділді толқын, кернеу, жылдамдық, температура градиенті, жарпылады функциясы.

Дадаева А.Н.

Метод граничных интегральных уравнений в нестационарных краевых задачах термоупругости

Резюме. В настоящей статье разработан метод граничных интегральных уравнений (МГИУ) для решения начально-краевых задач несвязанной термоупругости. Используется два подхода для построения ГИУ, одном из них используется преобразование Лапласа. Доказана единственность решений этих задач с учетом ударных термоупругих волн. Получены условия на скачки плотности энергии, напряжений, скоростей и температурных градиентов на их фронтах. На основе разработанного метода решена задача о концентрации напряжений в окрестности полости сводчатого профиля при воздействии нестационарного импульсного теплового потока.

Ключевые слова: несвязанная термоупругость, метод граничных интегральных уравнений, ударные волны, смещения, напряжения среды, обобщенные функции.

УДК 517.624.2

З.С. Утемаганбетов, Г.Н. Нигметова, Б.Т. Урбисинова
(КГУТИ им. Ш. Есенова, Актау, Республика Казахстан)

МЕТОД ПЕРЕНОСА КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ 1-Й КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Аннотация. Предложен новый алгоритм, который является альтернативой методу прогонки для численного решения линейных дифференциальных уравнений второго порядка с закрепленными краевыми условиями. Алгоритм имеют более широкую область применимости, чем известный метод прогонки и работает как при положительных, так и при отрицательных коэффициентах уравнения. Показана согласованность и вычислительная устойчивость разностных схем представляемых посредством предлагаемых рекуррентных формул. Результаты, полученные в данной статье, подтверждаются расчетными данными.

Ключевые слова: прогоночные формулы, формулы прямого хода, формулы обратного хода, формулы прямого хода для отрицательного «входа», формулы прямого хода для положительного «входа», формулы обратного хода для отрицательного «входа», формулы обратного хода для положительного «входа».

1. **Введение.** Применение широко распространенных конечно-разностных, проекционно-сеточных и многих других методов для численного решения краевых задач для дифференциальных уравнений, в конечном этапе решения приводит к применению метода прогонки. Поэтому метод прогонки занимает важное место среди наиболее часто применяемых численных методов.

Метод прогонки, предназначен для решения разностных уравнений, которые получаются при написании разностных соотношений для дифференциальных уравнений. Вычислительная устойчивость метода прогонки гарантируется при условии, когда имеет место свойство диагонального преобладания матрицы системы разностных уравнений. В свою очередь, для соответствующих дифференциальных уравнений это свойство означает, что коэффициент при искомом решении должен быть положительным. Методы прогонки при условии, когда вышеуказанное свойство устойчивости выполнено хорошо зарекомендовали себя как широко применяемое средство численного решения краевых задач дифференциальных уравнений второго порядка. К данному моменту существуют различие в оценках условий устойчивости метода прогонки (вплоть до решительной критики, [1]) , но, тем не менее, этот класс методов в целом положительно принят и является одним из основных инструментов специалистов-вычислителей, о чем свидетельствует описание этих методов в учебниках. Несомненно, решающую роль сыграла более чем 50-летняя практика применения методов прогонки к решению конкретных задач. К сожалению, строгого обоснования применимости методов этого класса желает оставлять лучшего, так как в совокупности строгих результатов имеются существенный пробел. Например, в [2], (с. 560-565) приводится подробный анализ формул прогонки и излагается о трудностях при замыкании вычислительного алгоритма, как следствие того, что формулы прямой прогонки в начальной точке ведут себя как обратная величина к шагу сетки.

Примеров когда метод прогонки дает неудовлетворительные результаты при решении краевых задач, имеются множество в разных источниках. В частности, таких примеров можно найти в [3]-[4]. Причем неудовлетворительный результат может получиться и в том случае, когда все условия применимости метода прогонки выполнены.

Такая неблагоприятная ситуация может быть следствием накопления вычислительных погрешностей. При расчетах с достаточно крупными шагами h, влиянием вычислительной погрешности на решение часто можно пренебречь. Однако все же стоит иметь в виду, что при решении системы разностных уравнений соответствующей краевой задаче методом прогонки может происходить накопление вычислительной погрешности. Известно, что при $h \to 0$, вычислительная погрешность может возрастать пропорционально $1/h^2$. Таким образом, при достаточно малых значениях шага h возможна катастрофическая потеря точности. Такая недопустимая потеря точности происходит из-за того, что уже на этапе составления разностных уравнений происходит существенное искажение искомого решения ([3], с. 499). То есть, такая

ситуация является следствием недостатка метода конечных разностей, а не следствием метода прогонки, что полностью соответствует изложенному в книге Бабенко К.И. [1].

На основе вышеприведенных обстоятельств можно придти к выводу, что следовало бы, иметь в арсенале вычислительной математики серию рекуррентных формул, аналогичных формулам прогонки но, тем не менее, которая представляла бы собой некую альтернативу к формулам классической прогонки. При этом желательно, чтобы предлагаемые формулы были вычислительно устойчивыми для широкого класса задач, чем это имеет место для известных вариантов методов прогонки.

Цель настоящей работы - получение рекуррентных формул аналогичных формулам прогонки, для численного решения краевой задачи дифференциальных уравнений второго порядка, когда метод прогонки может привести к неутешительным результатам. В частности, особенно важным является вопрос о наличии прогоночных формул, когда коэффициент при решении (имеет отрицательный знак) в уравнении и граничные условия не удовлетворяет условиям устойчивости широко применяемого метода прогонки.

2. Постановка задачи. Рассматривается дифференциальное уравнение второго порядка

$$(k(t)y'(t))' - q(t)y(t) = f(t), \quad 0 \le t \le 1 \tag{1}$$

со следующими краевыми условиями

$$y(0) = \beta_0 \tag{2}$$

$$y(1) = \beta_1 \tag{3}$$

где $\beta_0, \beta_1 \in \Re =]-\infty, +\infty[$. Будем считать, что коэффициенты уравнения $f(t), q(t)$ – непрерывны на отрезке $[0,\ 1]$, коэффициент $k(t)$ непрерывно дифференцируем на $[0,\ 1]$, и $k(t) \ge k_0 > 0$.

Для исследования вопросов численного решения данной краевой задачи разобьем отрезок $[0,\ 1]$ на N частей, введением узловых точек $0 = t_0 < t_1 < \ldots < t_N = 1$. Если обозначить через h расстояния между узлами (шаг сетки), то $h = \frac{1}{N}$, $t_n = \frac{n}{N}$, ($n = 0, 2, \ldots, N$), где N - целое число отрезков разбиения (шаг сетки может быть и неравномерным). В дальнейшем будем обозначать через $y(t_n)$ значение точного решение краевой задачи (1) - (3) в точке t_n, а через y_n и y'_n - соответствующее приближенное решение и ее производную, построенное с помощью рассматриваемого численного метода. Также для удобства будем пользоваться обозначениями вида

$$k(t_n) = k_n, \quad \mu_n = \int_{t_{n-1}}^{t_n} q(t)dt, \quad \sigma_n = \int_{t_{n-1}}^{t_n} f(t)dt, \quad l_n = \int_{t_{n-1}}^{t_n} \frac{dt}{k(t)}, \qquad n = 1, 2, \ldots N.$$

Необходимо получить рекуррентные прогоночные формулы численного решения краевой задачи (1)-(3) и исследовать их на предмет согласованности и устойчивости, и тем самым указать условия применимости полученных формул.

3. Рекуррентные формулы для численного решения краевой задачи (1) – (3), в случае когда $q(t) \ge 0$.

Как известно, что в этом случае существует и единственно решение краевой задачи (1)-(3).

Описание алгоритма

В случае когда $q(t) \ge 0$ **,** для численного решения краевой задачи (1) – (3) могут быть использованы следующие рекуррентные формулы:

***Формулы прямого хода*;**

$$a_0 = 0, \qquad a_n = \frac{a_{n-1} + l_n}{1 + a_{n-1}\mu_n}, \tag{4}$$

$$v_0 = \beta_0, \qquad v_n = \frac{v_{n-1} - a_n\sigma_n}{1 + a_{n-1}\mu_n}, \tag{5}$$

для всех $n = 1, 2, \ldots N$.

Формула обратного хода;

$$y_N = \beta_1\,, \qquad y_{n-1} = \left(1 - \frac{h}{\mathrm{k}_n(a_n + l_n)}\right) y_n + \frac{h v_n}{k_n(a_n + l_n)} \tag{6}$$

для всех $n = N\,, N-1, \ldots 2.$

Доказательство согласованности. Для этого покажем, что при $h \to 0$, из приведенных рекуррентных формул (4) - (6) можно получить задачу Коши для трех дифференциальных уравнений первого порядка, которая в свою очередь, является эквивалентной исходной краевой задаче (1) – (3).

Из формулы (4) имеем $a_n + a_n a_{n-1}\mu_n = a_{n-1} + l_n$ или $a_n - a_{n-1} = l_n - a_n a_{n-1}\mu_n$. Деля обе части этого выражение на h и переходя к пределу при $h \to 0$, можно получить дифференциальное уравнение который носит название Рикатти

$$a'(t) + q(t)a^2(t) = \frac{1}{k(t)}, \text{ с начальным значением } a(0) = 0 \tag{7}$$

Рассуждая совершенно аналогично, можем убедиться в том, что дифференциальными аналогами соответствующим рекуррентным формулам (5) - (6) являются следующие дифференциальные уравнения

$$v'(t) + q(t)a(t)v(t) = -a(t)f(t) \qquad v(0) = \beta_0\,, \tag{8}$$

$$y(t) - a(t)k(t)y'(t) = v(t) \qquad y(1) = \beta_1\,. \tag{9}$$

где последнее уравнение системы интегрируется справа налево.

Обоснование того, что решение $y(t)$ полученной дифференциальной системы также является решением краевой задачи (1)-(3) можно найти в книге [5] . Там же проводится некоторый анализ этой системы, тем не менее, соответствующие к ним дискретные формулы для численного решения не приводится. Данный пункт настоящей статьей, в определенном смысле восполняет этот пробел.

Доказательство устойчивости. Теперь убедимся, в том, что вышеприведенные рекуррентные формулы являются вычислительно устойчивыми. Заметим, что по условию $\mu_n = \int_{t_{n-1}}^{t_n} q(t)dt \geq 0,$ $a_0 = 0$ и отсюда, как видно из формулы (4) следует, что $a_n \geq 0$, значит, выполняется неравенство $\frac{1}{1 + a_{n-1}\mu_n} \leq 1,$ для всех $n = 1\,,2, \ldots N$. Это обстоятельство обеспечивает устойчивость счета по формулам (4) – (5). В формуле (6) множитель при y_n , может быть преобразован к виду

$$1 - \frac{h}{k_n(a_n + l_n)} = \frac{k_n(a_n + l_n) - h}{k_n(a_n + l_n)} = \frac{k_n\left(a_n + \frac{h}{k_n} + O(h^2)\right) - h}{k_n(a_n + l_n)} = \frac{a_n}{a_n + l_n} + O\left(h^2\right)$$

Поскольку, по условию $l_n = \int_{t_{n-1}}^{t_n} \frac{dt}{k(t)} dt \geq 0$ и $a_n \geq 0$, то выполняется неравенство $\frac{a_n}{a_n + l_n} \leq 1$ для всех $n = N\,, N-1, \ldots 1.$, что гарантирует устойчивость счета по формуле обратного хода (6). Заметим, что приведенные рекуррентные формулы (4) - (6) аппроксимирует исходную краевую задачу с первым порядком точности. При необходимости, могут быть выписаны аналогичные к (4)-(6) рекуррентные формулы, которые обеспечивают более высокую точность, чем приведенные, но целью этого пункта данной работы является обоснования корректности этих формул, которые являются основой при построении алгоритма для численного решения задачи (1)-(3), в случае когда $q(t) \leq 0$.

Сведение краевой задачи (1) - (3) к дифференциальной задаче Коши (7) – (9) и последующее ее решение называется методом дифференциальной прогонки или методом простой факторизации и в том случае когда, в уравнении (1) $q(t) \geq 0$ **,** был предметом исследования многих авторов. Среди них

Гельфанд, Локуциевский, Марчук, Ридли и т.д. К развитию метода прогонки применительно к задачам разного характера внесли весомые вклады многие видные математики. Среди них: Абрамов А.А., Бахвалов Н.С., Владимиров В.С., Воеводин А.Ф., Годунов С.К., Дегтярев Л.М., Сафронов И.Д., и другие. В результате в данный момент существует много модификаций метода прогонки такие как: классическая, потоковая, циклическая, ортогональная, немонотонная прогонки. Все они предназначены для решения систем уравнений, возникающих при аппроксимации краевых задач, и являются модификациями метода классической прогонки, и каждый из них может быть выбран для решения конкретного класса задач.

Численные примеры

1. В качестве численного примера рассмотрим краевую задачу $y''(t)-25y(t)=0,\ \ 0\le t\le 1,$ $y(0)=1,\ y(1)=1$. В условиях этого примера; $k(t)\equiv 1,\ q(t)\equiv 25,\ \ f(t)\equiv 0\ \ \ \beta_0=1,\ \ \beta_1=1$. При численном расчете с шагом $N=1000$, по формулам (4)-(6), абсолютная величина наибольшей погрешности равна $\delta=0.005$.

2. В качестве следующего примера рассмотрим $y''(t)-100y(t)=0,\ \ 0\le t\le 1,\ \ \ y(0)=1,$ $y(1)=1$. Здесь; $k(t)\equiv 1,\ q(t)\equiv 100,\ \ f(t)\equiv 0\ \ \ \beta_0=1,\ \ \beta_1=1$. При численном расчете с тем же шагом $N=1000$, по формулам (4)-(6), абсолютная величина наибольшей погрешности достигает значение $\delta=0.01$.

3. В качестве третьего численного примера рассмотрим $y''(t)-10000y(t)=0,\ \ 0\le t\le 1,$ $y(0)=1,\ y(1)=1$. Здесь; $k(t)\equiv 1,\ q(t)\equiv 10\,000,\ \ f(t)\equiv 0\ \ \ \beta_0=1,\ \ \beta_1=1$. При расчете с тем же шагом $N=1000$, по формулам (4)-(6), абсолютная величина наибольшей погрешности достигает значение $\delta=0.089$.

Рассмотрение этих и других примеров показывает, что чем больше значение коэффициента уравнение $q(t)$ и/или значения β_0, β_1, параметров на концах интервала для достижения лучшей точности, необходимо уменьшение шага сетки. Здесь высказывается тот факт, что при больших значениях $q(t)$, β_0, β_1 - исходная задача становиться более жестким, при этом решение краевой задачи в окрестности концов изменяется очень быстро и образует «пограничный слой» или «краевой эффект». А внутри отрезка решение изменяется очень медленно, т.е., переходит на «квазистационарный режим». В подобных случаях, в рамках данного метода можно указать точки перехода шага интегрирования из крупного на малый шаг и обратно. Но в данной работе углубляться в этот вопрос не будем, (что может быть предметом дальнейших исследований) так как основной целью данной работы является исследования вопросов численного задачи (1)-(3) в случае, когда $q(t)\le 0$.

4. Рекуррентные формулы для численного решения краевой задачи (1) – (3) в случае когда $q(t)\le 0$.

Описание алгоритма

Организация прямого хода

Счет начнем по следующим формулам, которых назовем **формулами прямого хода для отрицательного «входа»**

$$b_n=\frac{b_{n-1}+l_n}{1+b_{n-1}\mu_n},\ b_0=0;\qquad d_n=\frac{d_{n-1}+b_{n-1}\sigma_n}{1+b_{n-1}\mu_n},\qquad\qquad d_0=-\beta_0\,; \tag{10}$$

Получаем $b_1=l_1>0,$ и $d_1=d_0$. (счет по этим формулам начинается, только по причине того, что при указанных начальных значениях рекуррентных формул, обеспечивается выполнение краевых условий на левом конце (1)-(3)). Так как формулы (10) предназначены для отрицательного «входа», положим $a_1=\frac{1}{b_1}>0$, $\qquad v_1=\frac{d_1}{b_1}$, и счет начнем по следующим формулам, которых назовем формулами прямого хода для положительного «входа»

$$a_n = \frac{a_{n-1} + \mu_n}{1 + a_{n-1} l_n}, \quad a_1 = \frac{1}{b_1}; \qquad v_n = \frac{v_{n-1} + \sigma_n}{1 + a_{n-1} l_n}, \quad v_1 = \frac{d_1}{b_1}; \qquad n = 2,....\theta_1. \qquad (11)$$

где θ_1, - такой номер шага, что для всех $n = 2,....\theta_1 - 1,$ значения $a_n \geq 0,$ и $a_{\theta_1} < 0$. То есть, здесь тот номер n, для которого впервые становится, $a_n < 0,$ обозначен θ_1 (если такого номера не существует, то расчет по формулам (11) будет вестись до правого конца отрезка). Так как входное значение $a_n,$ для формул (11) на номере θ_1 становится отрицательным, с помощью соотношений $b_{\theta_1} = \frac{1}{a_{\theta_1}}$, $d_{\theta_1} = \frac{v_{\theta_1}}{a_{\theta_1}}$ переходим к формулам (10).

То есть счет продолжим по формулам прямого хода для отрицательного «входа»

$$b_n = \frac{b_{n-1} + l_n}{1 + b_{n-1}\mu_n}, \quad b_{\theta_1} = \frac{1}{a_{\theta_1}}; \qquad d_n = \frac{d_{n-1} + b_{n-1}\sigma_n}{1 + b_{n-1}\mu_n}, \quad d_{\theta_1} = \frac{v_{\theta_1}}{a_{\theta_1}}; \qquad n = \theta_1 + 1,....\theta_2.$$

где θ_2, - такой номер, что для всех $n = \theta_1 + 1,....\theta_2 - 1.,$ значения $b_n \leq 0,$ и $b_{\theta_2} > 0$ (если такого номера $\theta_2,$ не существует, то расчет по этим формулам будет вестись до правого конца отрезка). Далее, при необходимости вышеописанная процедура повторяется и в следующих возможных точках перехода. Таким образом, до завершения прямого хода могут быть осуществлены множества переходов, между формулами прямых ходов для отрицательного и положительного «входов». Количество таких переходов зависит от поведение функции $q(t)$.

Если обозначим $\theta_0 = 1,$ и θ_k - тот номер, на котором последний раз совершался переход из формул (10) к формулам (11) или наоборот, то множества индексов, представляющие собой «номера шагов перехода» можно обозначить через $\{\theta_0, \theta_1, \theta_2,....\theta_k\}$. И соответственно, множество индексов от 1 до $N,$ разбиваются на подинтервалы; $[0, \theta_0]$, $[\theta_0 + 1, \theta_1]$, $[\theta_1 + 1, \theta_2]$,..... $[\theta_{k-2} + 1, \theta_{k-1}]$, $[\theta_{k-1} + 1, \theta_k]$, $[\theta_k + 1, N]$. В терминах введенных обозначений можно утверждать, что переход из (10) к (11) и обратно, осуществляется с помощью соотношений $a_{\theta_j} = \frac{1}{b_{\theta_j}}$, $v_{\theta_j} = \frac{d_{\theta_j}}{b_{\theta_j}}$, здесь θ_j - номер индекса, начиная с которого осуществляется указанный переход ($j = 0,1,2,...k.$), где j - номер перехода. Итак, поочередное использование формул (10) и (11), прямого хода для отрицательного и для положительного «входов», позволяет вести расчет до правого конца рассматриваемого отрезка и тем самым завершить «прямой ход». При этом на последнем отрезке, где ведется прямой ход расчета, то есть на $[\theta_k + 1, N]$, возможны следующие два взаимоисключающих случая:

1) расчет ведется по формулам (10) прямого хода для отрицательного «входа».
2) расчет ведется по формулам (11) прямого хода для положительного «входа.

Организация обратного хода

В первом случае, положим $z_N = \frac{\beta_1 + d_N}{b_N}$ (при условии, что $b_N \neq 0$) и начнем обратный расчет по следующим формулам, которых назовем **формулами обратного хода для отрицательного «входа»**

$$z_{n-1} = \frac{z_n + \mu_n d_{n-1} - \sigma_n}{1 + b_{n-1}\mu_n}, \qquad y_{n-1} = b_{n-1} z_{n-1} - d_{n-1}; \qquad n = N, N-1,...\theta_k + 2,\ \theta_k + 1. \qquad (12)$$

Далее, начиная с шага θ_k, продолжим счет, по следующей рекуррентной формуле которого удобно назвать **формулой обратного хода для положительного «входа».**

$$y_{n-1}=\left(1-\frac{ha_n}{k_n(1+a_nl_n)}\right)y_n-\frac{hv_n}{k_n(1+a_nl_n)};\qquad n=\theta_k,.....\theta_{k-1}+2,\ \theta_{k-1}+1. \tag{13}$$

Для продолжения расчета на множестве индексов $[\theta_{k-1},\ \theta_{k-2}+1]$, в обратном направлении, потребуется переход к формулам обратного хода для отрицательного «входа» (12). Последние два значения $y_{\theta_{k-1}+1}$ и $y_{\theta_{k-1}}$ рассчитанные по формуле (13), позволяет найти значение $z_{\theta_{k-1}}$ по формуле $z_{\theta_{k-1}}=\frac{y_{\theta_{k-1}+1}-y_{\theta_{k-1}}}{hk_{\theta_{k-1}}}$. Далее, для всех индексов от $n=\theta_{k-1}$, до $n=\theta_{k-2}+1$, расчет ведется по формулам (12). На следующем интервале $[\theta_{k-2},\theta_{k-3}+1]$, расчет осуществляется справа налево по формулам (13). Таким образом, чередуя формулы обратного хода для отрицательного «входа» (12) и положительного «входа» (13), могут быть найдены все искомые значения y_n, $(n=N-1,...1.)$. При этом, где потребуется перейти из (13) к формулам (12), переход осуществляется по формуле $z_{\theta_j}=\frac{y_{\theta_j+1}-y_{\theta_j}}{hk_{\theta_j}}$, где θ_j - номер индекса, начиная с которого осуществляется переход $(j=k,k-1,...0.)$, j - номер перехода.

Во втором случае, полагается, что $y_N=\beta_1$, и расчет продолжается по формулам (13) то есть, по формулам обратного хода для положительного «входа» от индекса N, до индекса θ_k+1. На индексе θ_k, где необходимо перейти к (12), вычисляем значение по формуле; $z_{\theta_k}=\frac{y_{\theta_k+1}-y_{\theta_k}}{hk_{\theta_k}}$, и расчет продолжится по формуле (12) для всех индексов интервала $[\theta_k,\theta_{k-1}+1]$, справа налево. Далее, организуя данный численный процесс обратного хода совершенно аналогично предыдущему случаю, то есть, чередуя формулы обратных ходов для отрицательного» и положительного «входа», можно получить все интересующие значения y_{n-1}, $(n=N,N-1,...2.)$.

Доказательство согласованности. Рассмотрим следующую систему дифференциальных уравнений 1-го порядка

$$b'(t)+q(t)b^2(t)=\frac{1}{k(t)},\qquad b(0)=0. \tag{14}$$

$$d'(t)+q(t)b(t)d(t)=b(t)f(t),\qquad d(0)=-\beta_0. \tag{15}$$

$$z'(t)-q(t)b(t)z(t)=f(t)-q(t)d(t),\qquad z(1)=\frac{\beta_1+d(1)}{b(1)}. \tag{16}$$

при условии, что $b(1)\neq 0$. Здесь последнее уравнение системы интегрируется справа налево**.** Если известно, решение этой системы, то решение исходной краевой задачи запишется в виде

$$y(t)=b(t)z(t)-d(t) \tag{17}$$

Действительно, если продифференцируем это выражение и воспользуемся уравнениями системы (14)–(16), то получим $y'(t)=\frac{z(t)}{k(t)}$ или $k(t)y'(t)=z(t)$**.** Значит

$$(k(t)y'(t))'=z'(t)=f(t)-q(t)d(t)+q(t)b(t)z(t)=f(t)+q(t)\big(b(t)z(t)-d(t)\big)=f(t)+q(t)y(t)$$

то есть получим исходное уравнение. Если теперь положим $b(0)=0$, $d(0)=-\beta_0$ то краевое условие на левом конце отрезка выполняется автоматически. Для определение недостающего начального значение для $z(t)$ выпишем выражение (17) в точке $t=1$, с учетом краевого условие на правом конце $y(1)=\beta_1$. Тогда $y(1)=b(1)z(1)-d(1)=\beta_1$, и отсюда, при условии $b(1)\neq 0$

следует, что $z(1)=\dfrac{\beta_1+d(1)}{b(1)}$. Тем самым, было показано, что функция $y(t)=b(t)z(t)-d(t)$ является решением краевой задачи (1)-(3), где $b(t)$, $d(t)$, $z(t)$ решение дифференциальной системы (14) – (16). Обратно, из краевой задачи (1)-(3), можно получить систему (14)-(16), следующим образом. Искомое решение будем искать в виде $y(t)=b(t)z(t)-d(t)$, где $b(t)$, $d(t)$ - пока неизвестные функции (прогоночные коэффициенты), для которых необходимо получить дифференциальные уравнения. Тогда если в уравнении (1) положим $k(t)y'(t)=z(t)$, то получим уравнение (16). Далее, с учетом только, что введенных соотношений и уравнение (16) будем иметь

$$k(t)y'(t)=k(t)[(b(t)z(t)-d(t)]'=k(t)[b'(t)z(t)+b(t)z'(t)-d'(t)]=$$

$k(t)[k(t)b'(t)+k(t)q(t)b^2(t)]y'(t)+q(t)b(t)d(t)-b(t)f(t)+d'(t)$. После приведения подобных членов имеем равенство $[k(t)b'(t)+k(t)q(t)b^2(t)-1]y'(t)+q(t)b(t)d(t)-b(t)f(t)+d'(t)=0.$

Приравнивая коэффициенты к нулю при $y'(t)$ и единице, получим два дифференциальные уравнения для прогоночных коэффициентов, то есть уравнения (14)-(15).

Из выражение (17) при $t=0$ и из краевого условие на левом конце получим $y(0)=b(0)z(0)-d(0)=\beta_0$. Полагая здесь $b(0)=0$, получаем $d(0)=-\beta_0$. Начальное значение для $z(t)$ получается аналогично. Тем самым, было показано, что краевая задача (1)-(3) и система дифференциальных уравнений (14)-(16) имеют одинаковые решение.

В системе (14) – (16) можно произвести следующую замену в тех точках, полагая, что функция $b(t)$, нигде не обращается в ноль

$$a(t)=\frac{1}{b(t)},\quad v(t)=\frac{d(t)}{b(t)},\quad y(t)=b(t)z(t)-d(t). \tag{18}$$

В результате придем к другой системе дифференциальных уравнений 1-го порядка

$$a'(t)+\frac{1}{k(t)}a^2(t)=q(t) \tag{19}$$

$$v'(t)+\frac{1}{k(t)}a(t)v(t)=f(t) \tag{20}$$

$$k(t)y'(t)-a(t)y(t)=v(t) \tag{21}$$

которая, как и предыдущая система является эквивалентной исходной краевой задаче (что, может быть показано, аналогично тому, как это было сделано с системой (14)-(16)). Начальные значения для системы дифференциальных уравнений (19)-(21) определяются из соотношений (18). Как видно из (18), при необходимости может быть, осуществлен обратный переход от системы (19)-(21) к (14)-(16), с помощью соотношений

$$b(t)=\frac{1}{a(t)},\quad d(t)=\frac{v(t)}{a(t)},\quad z(t)=a(t)y(t)+v(t).$$

Переходя к пределу при $h\to 0$, в рекуррентных формулах для $\{b_n, d_n\}$ из (10) получаем дифференциальные уравнения (14)-(15). Аналогично, переход к пределу при $h\to 0$ в рекуррентной формуле (12) дает уравнение (16) . Точно также, можем убедиться в том, что дифференциальными аналогами соответствующим рекуррентным формулам (11) , (13) являются дифференциальные уравнения представляемой системой (19) - (21). Обоснование того, что решение $y(t)$ каждой из систем (14)-(16) и (19)-(21) является и решением краевой задачи (1)-(3) было приведено выше. Система дифференциальных уравнений (19)-(21) приводится во многих литературных источниках в частности в книге [5].

Доказательство устойчивости. По условию $\mu_n=\int\limits_{t_{n-1}}^{t_n} q(t)dt\le 0,$ и по построению алгоритма в

формулах для $\{b_n, d_n, z_n\}$ значение $b_{n-1} \le 0$, и значит, выполняется неравенство $\frac{1}{1+b_{n-1}\mu_n} \le 1$. Это обстоятельство обеспечивает устойчивость счетам по формулам (10) и (12). Аналогично устойчивость счета по формулам (11) гарантирует неравенство $\frac{1}{1+a_{n-1}l_n} \le 1$, которое всегда выполняется в силу того, что по условию задачи имеет место неравенство $l_n = \int_{t_{n-1}}^{t_n} \frac{dt}{k(t)} > 0$ и по условию алгоритма $a_{n-1} \ge 0$. Таким образом, выполнения условия устойчивости видно во всех формулах непосредственно, кроме формулы (13). В формуле (13), множитель при y_n может быть преобразован к виду $1 - \frac{ha_n}{k_n(1+a_n l_n)} = \frac{k_n(1+a_n l_n) - ha_n}{k_n(1+a_n l_n)} = \frac{k_n\left(1+\frac{ha_n}{k_n}\right) - ha_n}{k_n(1+a_n l_n)} + O(h^2) = \frac{1}{1+a_n l_n} + O(h^2)$

Поскольку, по построению алгоритма $a_n \ge 0$, то выполняется неравенство $\frac{1}{1+a_n l_n} \le 1$. Из приведенных выше рассуждений следует, что **вышеописанный алгоритм является корректным, если выполнено условие** $b_N \ne 0$**.** Ели это условие не выполнено, то можно начать расчет с правого конца отрезка то есть организовывать процесс «встречной прогонки».

Численные примеры

1. В качестве численного примера рассмотрим краевую задачу $y''(t) + 49y(t) = 0$, $0 \le t \le 1$, $y(0) = -1$, $y(1) = 0$. В условиях этого примера; $k(t) \equiv 1$, $q(t) \equiv -49$, $f(t) \equiv 0$ $\beta_0 = -1$, $\beta_1 = 0$. При численном расчете с шагом $N = 100$, по вышеуказанному алгоритму, абсолютная величина наибольшей погрешности равна $\delta = 0.302$. Такая низкая точность является следствием того, что в этом примере функция $q(t)$ и количество шагов N - величины одного порядка. Тем не менее, такая точность не противоречит гарантируемому первому порядку точности излагаемого метода. А при расчете с шагом $N = 1000$, та же самая погрешность равна $\delta = 0.06$.

2. В качестве следующего численного примера рассмотрим краевую задачу $y''(t) + 100y(t) = 0$, $0 \le t \le 1$, $y(0) = -1$, $y(1) = 0$. В условиях этого примера; $k(t) \equiv 1$, $q(t) \equiv -100$, $f(t) \equiv 0$ $\beta_0 = -1$, $\beta_1 = 0$. При численном расчете с шагом $N = 100$, по вышеуказанному алгоритму, абсолютная величина наибольшей погрешности равна $\delta = 0.724$. А при расчете с шагом $N = 1000$, та же самая погрешность равна $\delta = 0.09$.

ЛИТЕРАТУРА

1) Бабенко К.И. Основы численного анализа. //Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. (с.586, 588, 590).

2) Бахвалов Н.С. Численные методы. - М.: Наука, 1973. (с. 654).

3) Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В. Вычислительные методы для инженеров. М.: «Высшая школа». 1994.

4) Ильин В.П., Кузнецов Ю.И. Трехдиагональные матрицы и их приложения. - М.: Наука, 1985.

5) Бабушка И, Витасек Э., Прагер М. Численные процессы решения дифференциальных уравнений. - М.: Мир, 1969. (стр., 123-129).

REFERENCES

1. Babenko, K.I., 2002. The Fundamentals of Numerical Analysis. Moscow-Izhevsk: «Regular and Chaotic Dynamics», pp: 586, 588 and 590.

2. Bakhvalov, N.S., 1973. Numerical Methods. Moscow: «Nauka», pp: 654.

3. Amosov, A.A., Y.A. Dubinskiy and N.V. Kopchenova, 1994. Numerical Methods for Engineers. Moscow: «Vysshaya Shkola».

4. Ilyin, V.P. and Y.I. Kuznetsov, 1985. Tridiagonal Matrixes and Their Applications. Moscow: «Nauka».

5. Babushka, I., E. Vitasek and M. Prager, 1969. Numerical Processes of the Solutions of Differential Equations. Moscow: «Mir», pp: 123-129.

Утемаганбетов З.С., Нигметова Г.Н., Урбисинова Б.Т.

Екінші ретті сызықтық дифференциалдық теңдеулер үшін бірінші шектік есептерді сандық шешудің шектік шарттарды жылжыту әдісі

Түйіндеме. Бұл жұмыста бастапқы шарттарымен берілген екінші ретті сызықтық дифференциалдық теңдеуді шешудің қуалау әдісінің баламасы болып табылатын жаңа алгоритм ұсынылған. Қуалау әдісіне қарағанда бұл алгоритмнің қолдану аймағы кең ауқымды, өйткені бұл оң және теріс коэффициентті теңдеулер үшін де пайдаланылады. Ұсынылған реккуренттік формулалар арқылы айырымдық сұлбаның келістілігі және есептеу орнықтылығы көрсетілген. Берілген мақаладағы алынған нәтижелер есептелген деректермен нақтыланған.

Кілт сөздер: қуалау формулалары, тура жүріс формулалары, кері жүріс формулалары, теріс «енгізу» үшін тура жүріс формулалары, оң «енгізу» үшін тура жүріс формулалары, теріс «енгізу» үшін кері жүріс формулалары, оң «енгізу» үшін кері жүріс формулалары,

Utemaganbetov Z.S., Nigmetova G.N., Urbisinova B.T.

Alternative and expanded version of the sweep method for the numerical solution of the first boundary value problem for second-order linear differential equations

Summary. In the article, they suggest a new algorithm which is an alternative to the sweep method for numerical solution of second-order linear differential equations with fixed boundary conditions.

This algorithm has a wider field of application than the well-known sweep method, and it works both with positive and negative coefficients. Besides, the authors show the consistency and computational stability of difference schemes represented by suggested recurrence formulas. The results of this article are confirmed by computation data.

Key words: Sweep formulas, forward formulas, backward formulas, forward formulas for a negative «entry», forward formulas for a positive «entry», backward formulas for a negative «entry», and backward formulas for a positive «entry».

УДК 530.145

М.С. Кушпанов, К.К. Мустафина, Б. Дуаметұлы
(Казахский национальный технический научный университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республики Казахстан)

ПРИБЛЕЖЕННАЯ МОДЕЛЬ ВОДОРОДОПОДОБНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. Рассматривается решение уравнения Шредингера для водородоподобных систем. Решение уравнения Шредингера в таких системах зависит от точного определения их потенциальной энергий.

Рассматривается одно возможных решений уравнения Шредингера, результат которого хорошо описывает характер физических величин водородоподобных систем.

Ключевые слова: уравнение Шредингера, потенциальная энергия, водородоподобные системы, потенциальная яма, оператор Лапласа

Электрон водородоподобных образований движется потенциальной яме вида:

$$U_{(r)} = -\frac{zk_0e^2}{r}, \qquad (1)$$

где постоянная $k_0 = 1/4\pi\varepsilon_0$, ε_0 – электрическая постоянная, r – расстояние до ядра.

Соответствующее стационарные уравнение Шредингера запишется в виде:

$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E + \frac{zk_0e^2}{r}\right)\psi = 0, \qquad (2)$$

где m – масса электрона, E – его полная энергия.

Ввиду того, что функция U(r) центрально – симметричная в (2) оператор Лапласа должен быть представлен в сферических координатах: r, υ, φ

$$\Delta\psi = \left(\frac{1}{r^2}\cdot\frac{\partial}{\partial r}r^2\frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2\sin\theta}\cdot\frac{\partial}{\partial\theta}\sin\theta\frac{\partial}{\partial\theta} + \frac{1}{r^2\sin^2\theta}\cdot\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2}\right)\psi \qquad (3)$$

После подстановки (3) в (2) решение получаемого при этом дифференциального уравнения методом разделения переменных, требующего громоздких и длительных математических операции выходит далеко за программы курса физики для инженерно- технических специальностей высших учебных заведений. А это обуславливает необходимости поиска приближенных способов решение задачи.

В частности, в [1] предлагается метод аппроксимации потенциала (1) одномерной прямоугольной потенциальной ямой конечной глубины, при которой уравнение (2) приобретает вид:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2}+\frac{2m}{\hbar^2}\left(E+\frac{zk_0e^2}{r}\right)\psi=0, \qquad (4)$$

Не вдовоясь в подробности решения (4), отметим, что по ходу вычислений обноруживается, в свою очередь, следующее трансцендентные уравнение:

$$tgy=\sqrt{\frac{y_0^2}{y^2}-1}, \qquad (5)$$

$$\text{Здесь, } y_0=\sqrt{\frac{2m}{\hbar^2}\cdot U_0}\cdot x_0, \quad y=\sqrt{\frac{2m}{\hbar^2}\cdot E}\cdot x_0, \qquad (6)$$

где, U_0 – глубина потенциальный прямоугольный ямы, x_0 – её полуширина.

Отметим, что уравнение (5) решается либо графическим методам, либо методам итераций и требуют громоздких вычислительных операций [2].

В данном случае, т.е. в случае уравнение (5), наше внимание привлекает первое соотношение из выражений (6). Дело в том, что из него, после представление в виде

$$y_0^2=\frac{2m}{\hbar^2}\cdot U_0\cdot x_0^2 \qquad (7)$$

с принятием $x_0 = a_0$, где a_0 – первый Боровский радиус, для самого атома водорода, у которого $z=1$, соотношение (7) приобретает форму

$$y_0^2=\frac{2m}{\hbar^2}\cdot k_0e^2a_0 \qquad (8)$$

Примечательность полученного таким путем соотношения (8) в том, что из него может быть определено числовое значение y_0^2:

$$y_0^2=\frac{2\cdot 9{,}109\cdot 10^{-31}}{1{,}1121233\cdot 10^{-}}\cdot 9\cdot 10^9\cdot 2{,}566972\cdot 10^{-38}\cdot 0{,}5291772\cdot 10^{-10}=$$
$$=2{,}003\cong 2 \qquad (9)$$

Поэтому из выражения (8), с учетом результата (9), следует:

1. Возможность представления $\hbar^2$ в виде

$$\hbar^2=mk_0e^2\cdot a_0, \qquad (10)$$

т.е. постоянная Планка ħ может рассматриваться как совокупность фундаментальных постоянных;

2. Из соотношения (10) произведение k_0e^2 представимо в форме

$$k_0e^2=\frac{\hbar^2}{ma_0}, \qquad (11)$$

3. А это позволяет выразить потенциальную энергию взаимодействия электрона с ядром, заряд которого e, следующим образом

$$U(r)=-\frac{Z\hbar^2}{mra_0} \qquad (12)$$

4. Если ограничиваться круговым движением электроне водородоподобных образований, где центростремительной силой является сила кулоновского притяжения ядра с зарядом ze, то будет иметь место равенство

$$\frac{mv^2}{r}=\frac{Zk_0e^2}{r^2} \qquad (13)$$

5. Следовательно, полная энергия электрона в водородоподобных образованиях, на основании (12) и (14), будет равна сумме U и E_k

$$E=U+E_k=-\frac{Z\hbar^2}{mra_0}+\frac{Z\hbar^2}{2mra_0}=-\frac{1}{2}\cdot\frac{Z\hbar^2}{mra_0} \qquad (15)$$

Правоверность (15) может быть оценена на примере самого атома водорода, у которого $z=1$ и $a_0=r/n^2$. При этом из (15) для его основного состояния получаем

$$E_1 = -\frac{1}{2}\cdot\frac{\hbar^2}{ma_0^2} \qquad (16)$$

Из (16) может быть определено числовое значение E_1:

$$E_1 = -\frac{(1{,}05457266)^2\cdot 10^{-68}}{2\cdot 9{,}1093897\cdot 10^{-31}\cdot(0{,}52917249)^2\cdot 10^{-20}} = \\ = -21{,}786581\cdot 10^{-19}\,\text{Дж}, \qquad (17)$$

что соответствует значению E_1=13,6 эВ, совпадающему с результатом теории Бора для атома водорода.

6. Исходя из приведенной выше формулы кинетической энергии электрона (14)могут быть получены еще два важных соотношений:

1) С учетом того, что для атома водорода $z=1$ и $a_0=r/n^2$, из него будем иметь следующее равенство

$$m^2v^2r^2 = n^2\hbar^2 \qquad (18)$$

Как видно, из такой записи следует уравнение момента импульса электрона

$$mvr = n\hbar, \qquad (19)$$

что представляет собою формулу, постулированную Бором;

2) Из того же соотношения (14)может быть получено выражение

$$mv^2 = \frac{n^2\hbar^2}{r^2m} \qquad (20)$$

Исключая mv^2 из соотношений (13) и (20), находим

$$r = \frac{n^2\hbar^2}{Zk_0me^2} \qquad (21)$$

т.е. радиусы дозволенных орбит электрона водородоподобных систем.

7. Полная энергия электрона в атоме равна сумме его кинетической энергии (14) и потенциальной энергии (12), т.е.

$$E = U + E_k = \frac{Z\hbar^2}{2mra_0} - \frac{Z\hbar^2}{mra_0} = -\frac{1}{2}\cdot\frac{Z\hbar^2}{mra_0} \qquad (22)$$

Подставляя значение r из (21) в (22), получаем полную энергию в виде

$$E = -\frac{Z^2}{2} = -\frac{1}{2}\cdot\frac{k_0e^2}{n^2a_0} \qquad (23)$$

Принимая теперь во внимание выражение (11), энергию E можно будет также в форме

$$E = -Z^2\frac{E_1}{n^2} \qquad (24)$$

где E_1 энергия основного состояния атома водорода, значение которой определяется приведенным выше соотношением (16). Поэтому формулу (24) можно было бы записать в виде:

$$E = -Z^2\frac{\hbar^2}{2ma_0^2} \qquad (25)$$

Заметим, что выражение (25), полученное для энергии водородоподобных атомов, совпадает с результатом строго последовательного решения уравнения (3) [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Орир Дж. 0-66 физика: Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. - 288с., - Т.2
2. Робертсон Б. Современная физика в прикладных науках: Пер. с англ. – М.: Мир, 1995. - 272с.
3. Гольдин Л.Л., Новикова Г.И., Введение в квантовую физику: - М.: Наука, 1998. - 328с.

Кушпанов М.С., Мустафина К.К., Дуаметұлы Б.

Сутекті жүйелердің жуық моделі

Түйіндеме.Ұсынылып отырған жұмыста Шредингер теңдеуінің шешуі қарастырылған. Мұндай жүйелерде Шредингер теңдеуінің шешілуі олардың потенциалдық энергиясын нақты анықталуында. Жұмыста Шредингер теңдеуінің мүмкін болатын шешулерінің бірі келтірілген.Оның нәтижесі сутекті жүйелердің физикалық шамаларының сипаттамасын жақсы түсіндіреді.

Түйінсөздер:1) Шредингер теңдеуі. 2) Потенциалдық энергия 3) Сутекті жүйелер 4) Потенциалдық шұңқыр 5) Лаплас операторы

Кушпанов М.С., Мустафина К.К., Дуаметұлы Б.

Приближенная модель водородоподобных систем

Резюме В предлагаемой работе рассматривается решение уравнения Шредингера для водородоподобных систем. Решение уравнения Шредингера в таких системах зависит от точного определения их потенциальной энергий.

В работе рассматривается один из возможных решений уравнения Шредингера, результат которого хорошо описывает характер физических величин водородоподобных систем.

Ключевые слова: уравнение Шредингера, потенциальная энергия, водородоподобные системы, потенциальная яма, оператор Лапласа

Kushpanov M.S., Mustafina K.K., Duametұly B.

Approximate model of hydrogen-like systems and their important results

In this paper we consider the solution of the Schrödinger equation for hydrogen-like systems. The solution of the Schrödinger equation in such systems depends on an exact definition of potential energy.

One of a possible solution of the Schrödinger equation is given in the paper. These results describe the physical quantities of hydrogen-like systems.

Key words: Schrödinger equation, potential energy, hydrogen-like systems, potential well Laplace operator

УДК 621 01.

А.Е. Тусупова[1], Ж.Б. Койшыбаева[1], Д.М. Тусупов[2]
([1]КазНТУимени К.И.Сатпаева,
[2]АУЭС, г.Алматы, Казахстан, zhanarbi@mail.ru)

ДИНАМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА НА ОСНОВЕ КВАДРАТИЧЕСКОГО

Аннотация. Предлагается методика динамического синтеза механизмов вибровозбудителей на основе шарнирно-рычажного механизма. Масс-инерционные параметры механизма найдены путем минимизации евклидовой или Чебышевской норм ошибки аппроксимации. Численная реализация процедуры минимизации на основе алгоритма Недлера - Мидда.

Ключевые слова. шестизвенный, рычажный механизм, вибровозбудитель, алгоритм Недлера - Мидда.

В вибрационной технике используются различные типы вибровозбудителей, предназначенных для возбуждения механических колебаний. Наиболее распространенными вибровозбудителями негормонического действия являются планетарные.

Основным недостатком существующих механизмов является сложность изготовления и повышенный износ элементов высших кинематических пар.

Альтернативный путь решения заключается в использовании рычажных механизмов с низшими парами, звенья которого обеспечивают требуемое суммарное воздействие на стойку благодаря оптимальному размещению масс и рациональному соотношению геометрических размеров звеньев. В данной работе предлагается методика динамического синтеза механизмов вибровозбудителей на основе шарнирно-рычажного механизма. Масс-инерционные параметры механизма найдены путем минимизации евклидовой или Чебышевской норм ошибки аппроксимации. Численная реализация процедуры минимизации на основе алгоритма Недлера - Мидда.

Сущность предлагаемой методики заключается в следующем.

Пусть xOy – некоторая абсолютная система координат. Для удобства будем считать, что ось Ox направлена вдоль линии, соединяющей центры двух шарниров на стойке. Компонентами суммарной инерционной силы $\boldsymbol{F}$, действующей на раму механизма, являются

$$F_x = -\varepsilon \sum_{i=2}^{n} m_i x'_{Si} - \omega^2 \sum_{i=2}^{n} m_i x''_{Si}$$

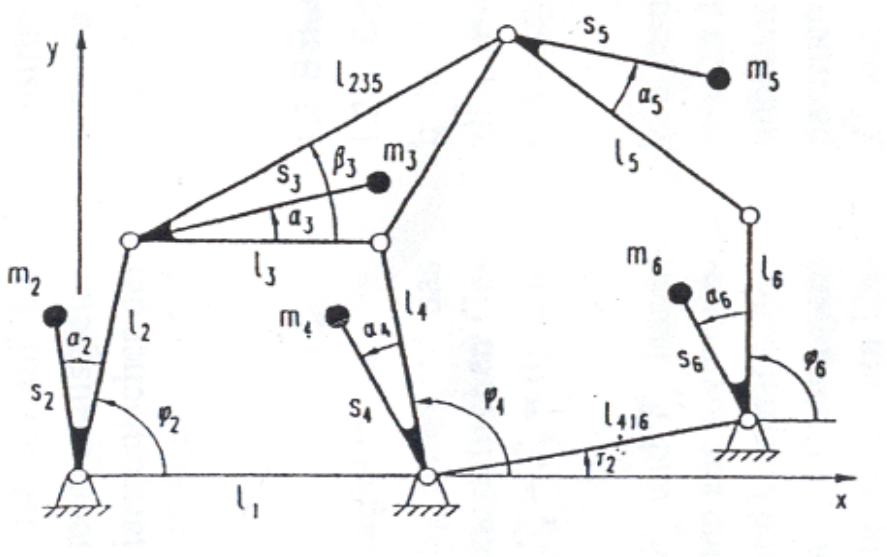
$$F_y = -\varepsilon \sum_{i=2}^{n} m_i y'_{Si} - \omega^2 \sum_{i=2}^{n} m_i y''_{Si} \quad (1)$$

где n - число подвижных звеньев механизма,

ω и ε - угловая скорость и угловое ускорение входного звена.

Для получения уравнений в безразмерном виде разделим обе части уравнения на $Mr\omega^2$ и обозначим:

$$f_x = \frac{F_x}{Mr\omega^2}, \qquad f_y = \frac{F_y}{Mr\omega^2} \quad (2)$$



где $M = \sum_{i=2}^{n} m_i$,

r - длина кривошипа.

Будем считать, что заданы нормализованные законы воздействия механизма на фундамент в 2-х ортогональных направлениях .

Рассмотрим - шестизвенный шарнирно-рычажный механизм, показанный на рисунке 1. Примем $A(x_A, y_A)=0$, $D=(1,0)$.

Рис.1. Шестизвенный шарнирно-рычажный механизм

Тогда уравнения (1) в безразмерном виде примут вид:

$$f_x = \left[m_2 s_2 \cos\alpha_2 + m_3 l_2 \left(1 - \frac{s_3}{l_3}\cos\alpha_3\right) + m_5 l_2 \left[1 - \frac{l_{235}}{l_3}\cos\beta_3 - \frac{s_5}{l_5}\left(\cos\alpha_5 - \frac{l_{235}}{l_3}\cos(\alpha_5 + \right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left. + \beta_3)\right)\right]\right]\left(\varphi_2'^2 \cos\varphi_2 + \varphi_2'' \sin\varphi_2\right) + \left[m_2 s_2 \sin\alpha_2 - m_3 l_2 \frac{s_3}{l_3}\sin\alpha_3 + m_5 l_2 \left[\frac{l_{235}}{l_3}\sin\beta_3 + \right.\right.$$

$$+\frac{s_5}{l_5}\left(\sin\alpha_5-\frac{l_{235}}{l_3}\sin(\alpha_5+\beta_3)\right)\Bigg]\Bigg](\varphi_2''\cos\varphi_2-\varphi_2'^2\sin\varphi_2)+\Bigg[m_3l_4\frac{s_3}{l_3}\cos\alpha_3+m_4s_4\cos\alpha_4$$

$$+m_5l_4\frac{l_{235}}{l_3}\left(\cos\beta_3-\frac{s_5}{l_5}\cos(\alpha_5+\beta_3)\right)\Bigg](\varphi_4'^2\cos\varphi_4+\varphi_4''\sin\varphi_4)+\Bigg[m_3l_4\frac{s_3}{l_3}\sin\alpha_3+m_4s_4\sin\alpha_4+$$

$$+m_5l_4\frac{l_{235}}{l_3}\left(\sin\beta_3-\frac{s_5}{l_5}\sin(\alpha_5+\beta_3)\right)\Bigg](\varphi_4''\cos\varphi_4-\varphi_4'^2\sin\varphi_4)+ \qquad (3)$$

$$+\left[m_5l_6\frac{s_5}{l_5}\cos\alpha_5+m_6s_6\cos\alpha_6\right](\varphi_6'^2\cos\varphi_6+\varphi_6''\sin\varphi_6)+$$

$$+\left[m_5l_6\frac{s_5}{l_5}\sin\alpha_5+m_6s_6\sin\alpha_6\right](\varphi_6''\cos\varphi_6-\varphi_6'^2\sin\varphi_6)$$

$$f_y=\Bigg[m_2s_2\sin\alpha_2-m_3l_2\frac{s_3}{l_3}\sin\alpha_3+m_5l_2\Bigg[\frac{l_{235}}{l_3}\sin\beta_3+\frac{s_5}{l_5}\Bigg(\sin\alpha_5-\frac{l_{235}}{l_3}\sin(\alpha_5+$$

$$+\beta_3)\Bigg)\Bigg]\Bigg](\varphi_2'^2\cos\varphi_2+\varphi_2''\sin\varphi_2)+\Bigg[m_2s_2\cos\alpha_2+m_3l_2\left(1-\frac{s_3}{l_3}\cos\alpha_3\right)+$$

$$+m_5l_2\Bigg[1-\frac{l_{235}}{l_3}\cos\beta_3-\frac{s_5}{l_5}\left(\cos\alpha_5-\frac{l_{235}}{l_3}\cos(\alpha_5+\beta_3)\right)\Bigg]\Bigg](\varphi_2''\cos\varphi_2-\varphi_2'^2\sin\varphi_2)+$$

$$+\left[m_3l_4\frac{s_3}{l_3}\sin\alpha_3+m_4s_4\sin\alpha_4+m_5l_4\frac{l_{235}}{l_3}\left(\sin\beta_3-\frac{s_5}{l_5}\sin(\alpha_5+\beta_3)\right)\right](\varphi_4'^2\cos\varphi_4+\varphi_4''\sin\varphi_4)+$$

$$+\left[m_3l_4\frac{s_3}{l_3}\cos\alpha_3+m_4s_4\cos\alpha_4+m_5l_4\frac{l_{235}}{l_3}\left(\cos\beta_3-\frac{s_5}{l_5}\cos(\alpha_5+\beta_3)\right)\right](\varphi_4''\cos\varphi_4-\varphi_4'^2\sin\varphi_4)+$$

$$+\left[m_5l_6\frac{s_5}{l_5}\sin\alpha_5+m_6s_6\sin\alpha_6\right](\varphi_6'^2\cos\varphi_6+\varphi_6''\sin\varphi_6)+\left[m_5l_6\frac{s_5}{l_5}\cos\alpha_5+m_6s_6\cos\alpha\right](\varphi_6''\cos\varphi_6-\varphi_6'^2\sin\varphi_6)$$

В развёрнутом виде получим следующие выражения:

$$f_x=\Bigg[m_2s_2\cos\alpha_2+m_3l_2-\frac{m_3l_2s_3}{l_3}\cos\alpha_3+m_5l_2-\frac{m_5l_2l_{235}}{l_3}\cos\beta_3-\frac{m_5l_2s_5}{l_5}\cos\alpha_5-$$

$$-\frac{m_5l_2s_5l_{235}}{l_3l_5}\cos\alpha_5\cos\beta_3-\frac{m_5l_2s_5l_{235}}{l_3l_5}\sin\alpha_5\sin\beta_3\Bigg](\varphi_2'^2\cos\varphi_2+\varphi_2''\sin\varphi_2)+$$

$$+\Bigg[m_2s_2\sin\alpha_2-m_3l_2\frac{s_3}{l_3}\sin\alpha_3-\frac{m_5l_2l_{235}}{l_3}\sin\beta_3-\frac{m_5l_2s_5}{l_5}\sin\alpha_5+m_5l_2\frac{s_5}{l_5}\frac{l_{235}}{l_3}\sin\alpha_5\cos\beta_3+$$

$$+m_5l_2\frac{s_5}{l_5}\frac{l_{235}}{l_3}\cos\alpha_5\sin\beta_3\Bigg](\varphi_2''\cos\varphi_2-\varphi_2'^2\sin\varphi_2)+\Bigg[m_3l_4\frac{s_3}{l_3}\cos\alpha_3+$$

$$+m_4s_4\cos\alpha_4+m_5l_4\frac{l_{235}}{l_3}\cos\beta_3-m_5l_4\frac{l_{235}}{l_3}\frac{s_5}{l_5}\cos\alpha_5\cos\beta_3+$$

$$+m_5l_4\frac{l_{235}}{l_3}\frac{s_5}{l_5}\sin\alpha_5\cos\beta_3\Bigg](\varphi_4'^2\cos\varphi_4+\varphi_4''\sin\varphi_4)+\Bigg[m_3l_4\frac{s_3}{l_3}\sin\alpha_3+m_4s_4\sin\alpha_4+$$

$$+m_5 l_4 \frac{l_{235}}{l_3}\sin\beta_3 - m_5 l_4 \frac{l_{235}}{l_3}\frac{s_5}{l_5}\sin\alpha_5\cos\beta_3 - m_5 l_4 \frac{l_{235}}{l_3}\frac{s_5}{l_5}\cos\alpha_5\sin\beta_3\Big]\Big(\varphi_4''\cos\varphi_4 - \varphi_4'^{\,2}\sin\varphi_4\Big)+$$
$$+\Big[m_5 l_6 \frac{s_5}{l_5}\cos\alpha_5 + m_6 s_6\cos\alpha_6\Big]\Big(\varphi_6'^{\,2}\cos\varphi_6 + \varphi_6''\sin\varphi_6\Big)+$$
$$+\Big[m_5 l_6 \frac{s_5}{l_5}\sin\alpha_5 + m_6 s_6\sin\alpha_6\Big]\Big(\varphi_6''\cos\varphi_6 - \varphi_6'^{\,2}\sin\varphi_6\Big)$$

$$f_y = \Big[m_2 s_2\sin\alpha_2 - m_3 l_2\frac{s_3}{l_3}\sin\alpha_3 - \frac{m_5 l_2 l_{235}}{l_3}\sin\beta_3 - \frac{m_5 l_2 s_5}{l_5}\sin\alpha_5 + m_5 l_2\frac{s_5}{l_5}\frac{l_{235}}{l_3}\sin\alpha_5\cos\beta_3 +$$
$$+m_5 l_2\frac{s_5}{l_5}\frac{l_{235}}{l_3}\cos\alpha_5\sin\beta_3\Big]\Big(\varphi_2'^{\,2}\cos\varphi_2 + \varphi_2''\sin\varphi_2\Big) - \Big[m_2 s_2\cos\alpha_2 + m_3 l_2 - \frac{m_3 l_2 s_3}{l_3}\cos\alpha_3 +$$
$$+m_5 l_2 - \frac{m_5 l_2 l_{235}}{l_3}\cos\beta_3 - \frac{m_5 l_2 s_5}{l_5}\cos\alpha_5 - \frac{m_5 l_2 s_5 l_{235}}{l_3 l_5}\cos\alpha_5\cos\beta_3 -$$
$$-\frac{m_5 l_2 s_5 l_{235}}{l_3 l_5}\sin\alpha_5\sin\beta_3\Big]\Big(\varphi_2''\cos\varphi_2 - \varphi_2'^{\,2}\sin\varphi_2\Big)+\Big[m_3 l_4\frac{s_3}{l_3}\sin\alpha_3 + m_4 s_4\sin\alpha_4 +$$
$$+m_5 l_4\frac{l_{235}}{l_3}\sin\beta_3 - m_5 l_4\frac{l_{235}}{l_3}\frac{s_5}{l_5}\sin\alpha_5\cos\beta_3 - m_5 l_4\frac{l_{235}}{l_3}\frac{s_5}{l_5}\cos\alpha_5\sin\beta_3\Big]\Big(\varphi_4'^{\,2}\cos\varphi_4 + \varphi_4''\sin\varphi_4\Big) -$$
$$-\Big[m_3 l_4\frac{s_3}{l_3}\cos\alpha_3 + m_4 s_4\cos\alpha_4 + m_5 l_4\frac{l_{235}}{l_3}\cos\beta_3 - m_5 l_4\frac{l_{235}}{l_3}\frac{s_5}{l_5}\cos\alpha_5\cos\beta_3 +$$
$$+m_5 l_4\frac{l_{235}}{l_3}\frac{s_5}{l_5}\sin\alpha_5\cos\beta_3\Big]\Big(\varphi_4''\cos\varphi_4 - \varphi_4'^{\,2}\sin\varphi_4\Big)+\Big[m_5 l_6\frac{s_5}{l_5}\sin\alpha_5 + m_6 s_6\sin\alpha_6\Big]\Big(\varphi_6'^{\,2}\cos\varphi_6 +$$
$$+\varphi_6''\sin\varphi_6\Big) - \Big[m_5 l_6\frac{s_5}{l_5}\cos\alpha_5 + m_6 s_6\cos\alpha_6\Big]\Big(\varphi_6''\cos\varphi_6 - \varphi_6'^{\,2}\sin\varphi_6\Big)$$

Шестизвенный механизм на рис.1 имеет 15 инерционных параметров: $(m_i, s_i, \alpha_i),\ i = 1,\ldots 5.$

Рассмотрим частную задачу. Будем считать, что все геометрические размеры механизма заданы, а также известны все масс-инерционные параметры звеньев, кроме звена 5, то есть будем определять переменные m_5, s_5, α_5. Определим массу m_5 и место сосредоточения массы 5-го звена, т.е. параметры s_5, α_5.

Для этого введём обозначения:

$$x_1 = m_5,\quad x_2 = m_5 s_5\cos\alpha_5,\quad x_3 = m_5 s_5\sin\alpha_5$$

Тогда в новых обозначениях выражения (3) примут вид

$$f_x = \left[m_2 s_2 \cos\alpha_2 + m_3 l_2 - \frac{m_3 l_2 s_3}{l_3}\cos\alpha_3 + x_1 l_2 - x_1 \frac{l_2 l_{235}}{l_3}\cos\beta_3 - x_2 \frac{l_2}{l_5} - \right.$$
$$\left. - x_2 \frac{l_2 l_{235}}{l_3 l_5}\cos\beta_3 - x_3 \frac{l_2 l_{235}}{l_3 l_5}\sin\beta_3 \right]\left(\varphi_2'^{\,2}\cos\varphi_2 + \varphi_2''\sin\varphi_2\right) +$$
$$+ \left[m_2 s_2 \sin\alpha_2 - m_3 l_2 \frac{s_3}{l_3}\sin\alpha_3 - x_1 \frac{l_2 l_{235}}{l_3}\sin\beta_3 - x_3 \frac{l_2}{l_5} + x_3 \frac{l_2}{l_5}\frac{l_{235}}{l_3}\cos\beta_3 + \right.$$
$$\left. + x_2 \frac{l_2}{l_5}\frac{l_{235}}{l_3}\sin\beta_3 \right)\left(\varphi_2''\cos\varphi_2 - \varphi_2'^{\,2}\sin\varphi_2\right) + \left[m_3 l_4 \frac{s_3}{l_3}\cos\alpha_3 + \right.$$
$$\left. + m_4 s_4 \cos\alpha_4 + x_1 l_4 \frac{l_{235}}{l_3}\cos\beta_3 - x_2 \frac{l_4}{l_3}\frac{l_{235}}{l_5}\cos\beta_3 + \right.$$
$$\left. + x_3 \frac{l_4}{l_3}\frac{l_{235}}{l_5}\cos\beta_3 \right]\left(\varphi_4'^{\,2}\cos\varphi_4 + \varphi_4''\sin\varphi_4\right) + \left[m_3 l_4 \frac{s_3}{l_3}\sin\alpha_3 + m_4 s_4 \sin\alpha_4 + \right.$$
$$\left. + x_1 l_4 \frac{l_{235}}{l_3}\sin\beta_3 - x_3 \frac{l_4}{l_3}\frac{l_{235}}{l_5}{}_5\cos\beta_3 - x_2 \frac{l_4}{l_3}\frac{l_{235}}{l_5}\sin\beta_3 \right]\left(\varphi_4''\cos\varphi_4 - \varphi_4'^{\,2}\sin\varphi_4\right) +$$
$$+ \left[x_2 \frac{l_6}{l_5} + m_6 s_6 \cos\alpha \right]\left(\varphi_6'^{\,2}\cos\varphi_6 + \varphi_6''\sin\varphi_6\right) + \left[x_3 \frac{l_6}{l_5} + m_6 s_6 \sin\alpha_6 \right]\left(\varphi_6''\cos\varphi_6 - \varphi_6'^{\,2}\sin\varphi_6\right)$$

$$f_y = \left[m_2 s_2 \sin\alpha_2 - m_3 l_2 \frac{s_3}{l_3}\sin\alpha_3 - x_1 \frac{l_2 l_{235}}{l_3}\sin\beta_3 - x_3 \frac{l_2}{l_5} + x_3 \frac{l_2}{l_5}\frac{l_{235}}{l_3}\cos\beta_3 + \right.$$
$$\left. + x_2 \frac{l_2}{l_5}\frac{l_{235}}{l_3}\sin\beta_3 \right)\left(\varphi_2'^{\,2}\cos\varphi_2 + \varphi_2''\sin\varphi_2\right) - \left[m_2 s_2 \cos\alpha_2 + m_3 l_2 - \frac{m_3 l_2 s_3}{l_3}\cos\alpha_3 + \right.$$
$$\left. + x_1 l_2 - \frac{m_5 l_2 l_{235}}{l_3}\cos\beta_3 - x_2 \frac{l_2}{l_5} - x_2 \frac{l_2 l_{235}}{l_3 l_5}\cos\beta_3 - \right.$$
$$\left. - x_3 \frac{l_2 l_{235}}{l_3 l_5}\sin\beta_3 \right]\left(\varphi_2''\cos\varphi_2 - \varphi_2'^{\,2}\sin\varphi_2\right) + \left[m_3 l_4 \frac{s_3}{l_3}\sin\alpha_3 + m_4 s_4 \sin\alpha_4 + \right.$$
$$\left. + x_1 l_4 \frac{l_{235}}{l_3}\sin\beta_3 - x_3 \frac{l_4}{l_3}\frac{l_{235}}{l_5}\cos\beta_3 - x_2 \frac{l_4}{l_3}\frac{l_{235}}{l_5}\sin\beta_3 \right]\left(\varphi_4'^{\,2}\cos\varphi_4 + \varphi_4''\sin\varphi_4\right) -$$
$$- \left[m_3 l_4 \frac{s_3}{l_3}\cos\alpha_3 + m_4 s_4 \cos\alpha_4 + x_1 l_4 \frac{l_{235}}{l_3}\cos\beta_3 - x_2 \frac{l_4}{l_3}\frac{l_{235}}{l_5}\cos\beta_3 + \right.$$
$$\left. + x_3 \frac{l_4}{l_3}\frac{l_{235}}{l_5}\cos\beta_3 \right]\left(\varphi_4''\cos\varphi_4 - \varphi_4'^{\,2}\sin\varphi_4\right) + \left[x_3 \frac{l_6}{l_5} + m_6 s_6 \sin\alpha_6 \right]\left(\varphi_6'^{\,2}\cos\varphi_6 + \right.$$
$$\left. + \varphi_6''\sin\varphi_6\right) - \left[x_2 \frac{l_6}{l_5} + m_6 s_6 \cos\alpha_6 \right]\left(\varphi_6''\cos\varphi_6 - \varphi_6'^{\,2}\sin\varphi_6\right)$$

Переносим неизвестные в левую часть уравнения, а известные в правую часть и для каждого *k-го (k=1, N)* положения механизма получим 2 линейных уравнения в следующем виде (всего 2*N* уравнений для *N* положений механизма).

ЛИТЕРАТУРА

1. Жолдасбеков ´.А. Механизмдер мен машиналар теориясы. Алматы: Мектеп, 1979.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М.: Наука, 1988.-639 стр.
3. Dresig H., u.a. Getriebedynamik: Starrkurper Mechanismen. VDI-Richtlinien. DVI 2149. Oktober 1998 – 72 S.
4. Доронин В.И., Даньшин Ю.В. Динамический синтез плоских уравновешенных рычажных механизмов. Хабаровск: ДВГ АПС, 1993-100 стр.
5. Даньшин Ю.В. Аналитический метод решений задач динамического уравновешивания плоских рычажных механизмов. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технический наук, ОмГТУ, 1998. – 253 стр.
6. Гилл Ф., Мюррей У. практическая автоматизация. –М.: Мир. 1983. -509 стр.
7. Dresig H., und Ibrayev S.M. Optimal Design of Non-harmonic Vibration Exciters Based on 6 Bar Linkages.- Материалы международной конференции КазНТУ им. К.И.Сатпаева, Алматы, 10-11 апреля 2001г.

REFERENCES

1. Zholdasbekov A. Mekhanizmder of exchanges машиналар teoriyasa. Almaty: Mektep, 1979.
2. Artobolevsky I.I. Theory of mechanisms and cars. M.: Science, 1988.-639 p.
3. Dresig H., u.a. Getriebedynamik: Starrkurper Mechanismen. VDI-Richtlinien. DVI 2149. Oktober 1998 – 72 S.
4. Doronin V. I., Danshin Yu.V. Dinamichesky synthesis of flat balanced lever mechanisms. Khabarovsk: DVG APS, 1993-100 p.
5. Danshin Yu.V. Analitichesky method of solutions of problems of a dynamic equilibration of flat lever mechanisms. – The abstract of the thesis on competition of an academic degree of the doctor technical sciences, OMGTU, 1998. – 253 p.
6. Gill F., Murray At. practical automation. – M.: World. 1983.-509 p.
7. Dresig H., und Ibrayev S.M. Optimal Design of Non-harmonic Vibration Exciters Based on 6 Bar Linkages.- Материалы международной конференции КазНТУ им. К.И.Сатпаева, Алматы, 10-11 апреля 2001г.

Тусупова А.Е., Қойшыбаева Ж.Б.,Тусупов Д.М.

Квадраттық негіздегі иінтректі механизмнің динамикалық синтезі

Түйіндеме. Осы мақалада төменгі алтыбуынды-иінтіректі механизмнің динамикалық синтез мәселесі қаралып жатыр, салмақтарды оптималдық есеппен орналастырудың арқасында және буындардың геометриялық өлшемдерін рационалдық түрде бірыңғайластыру барысында буындар тіреуге керекті соммалық әсер тигізіп тұр. Квадраттық жуықтау заңы бойынша жасалып аналитикалық шешімі алынды.

Негізгі сөздер. алтыбуынды, иінтіректі механизм, виброқоздырғыш, Недлер - Мидд алгоритмі.

Тусупова А.Е., Койшыбаева Ж.Б.,Тусупов Д.М.

Динамический синтез рычажного механизма на основе квадратического

Аннотация. В данной работе предлагается методика динамического синтеза механизмов вибровозбудителей на основе шарнирно-рычажного механизма. Масс-инерционные параметры механизма найдены путем минимизации евклидовой или Чебышевской норм ошибки аппроксимации. Численная реализация процедуры минимизации на основе алгоритма Недлера - Мидда.

Ключевые слова: шестизвенный, рычажный механизм, вибровозбудитель, алгоритм Недлера - Мидда.

Tusupova A.E., Koishybayeva Zh.B., Tusupov D. M.

Dynamic synthesis of the lever mechanism on the basis of the quadratic

Summary. In this article, considering the task of the dynamic synthesis of the hex-link-lever motion with least vapor, where links provides required overall action for strut because of optimal arrangement of masses & rationally proportion of geometrical dimensions of the links. This task formulated by way of quadratic approximation & recovered analytical solution.

Key words: the six-unit, lever mechanism, the vibroactivator, Nedler's algorithm - Midda.

УДК 517:622.03

П.Б. Бейсебай
(Восточно-Казахстанский государственный университет имени Д. Серикбаева
e-mail: beisebai@mail.ru)

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ СВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ

Аннотация. Разработана методика расчетов задач свободной конвекции на основе неявных разностных схем в переменных «скорость, давление». Рассмотрена система уравнений свободной конвекции при $t > 0$ в параллелепипеде $D = \{0 \le x_\alpha \le 1, \alpha = 1,2,3\}$. Излагается описание разностного алгоритма, приводится решение краевой разностной схемы посредством ввода вспомогательных уравнений. Проведены численные расчеты стационарного конвективного течения в параллелепипеде при подогреве сбоку.

Ключевые слова: тепловая конвекция, итерационные алгоритмы, разностные схемы, вспомогательные уравнения, численные расчеты, вектор скорости, давление.

Нами освещены вопросы численного моделирования тепловых процессов в гидродинамике, в частности, разработка и математическое обоснование численных алгоритмов для решения стационарных трехмерных уравнений свободной конвекции в естественных переменных.

К значительным работам в данной области исследования можно отнести работы Р. Темама, П. Роуча, Дж. Бетчелора, Е.Л. Тарунина, В.Н. Абдрашина, С.Л. Лапко, О.А. Ладыженской, Б.Г.Кузнецова, Г.М. Кобелькова, В.И. Полежаева, Б.М. Берковского, В.К. Полевикова и других. Среди работ казахстанских ученых можно отметить труды С. Смагулова, Н.Т. Данаева, Б.Т. Жумагулова, Н.М. Темирбекова, А.Ж. Калтаева, Ш.Н. Куттыкожаевой, Б. Рысбайулы, Ж.Т. Сугирбаевой, Б.А. Урмашева и других [1]-[20].

В работе Е.Л. Тарунина «Вычислительный эксперимент в задачах свободной конвекции» даны подробные сведения об исследованиях конвекции в прямоугольных полостях при подогреве сбоку и в качестве критического замечания указывается, что наиболее полные результаты получены в двумерном случае, где не учитывается трехмерность реальных течений.

В решении двумерных задач гидродинамики и тепловой конвекции в замкнутых областях часто используются численные алгоритмы в переменных «вихрь скорости, функция тока». Основным преимуществом этого метода является то, что удается сократить число уравнений, т.е. вместо трех уравнений несжимаемой жидкости в переменных «скорость, давление» рассматривается два уравнения относительно вихря и функции тока. В трехмерном случае использование вектора завихренности и векторного потенциала приводят к увеличению числа уравнений и неизвестных. Для численного решения 3-х мерных задач несжимаемой жидкости большее применение имеют алгоритмы, разработанные на основе уравнений в переменных «вектор скорости, давление», что требует иного подхода к решению задач, чем в двумерном случае.

В дальнейшем разработка эффективных вычислительных алгоритмов и математическое обоснование методов решения трехмерных сеточных уравнений тепловой конвекции в естественных переменных «вектор скорости, давление» являются актуальной задачей вычислительной математики.

Данная работа посвящена разработке методики расчетов задач свободной конвекции при подогреве сбоку.

Рассмотрена однородная система уравнений свободной конвекции

$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u}\nabla)\vec{u} + gradp = \Delta\vec{u} - \frac{\vec{g}}{|\vec{g}|} Gr\theta, \tag{1}$$

$$div\ \vec{u} = 0, \tag{2}$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + (\vec{u}\nabla)\theta = \frac{1}{Pr}\Delta\theta, \tag{3}$$

при $t > 0$ в параллелепипеде $D = \{0 \le x_\alpha \le 1, \alpha = 1,2,3\}$.

Предполагается, что выполняются условия:

$$\vec{u}(0,x_1,x_2,x_3) = \vec{u}^0(x_1,x_2,x_3), \quad \theta(0,x_1,x_2,x_3) = \theta^0(x_1,x_2,x_3),$$

где $\vec{u}^0(x_1,x_2,x_3)$ и $\theta^0(x_1,x_2,x_3)$ - заданные функций.

На границах расчетной области скорость равно нулю, то есть

$\vec{u}\,|_{\partial D} = 0$,

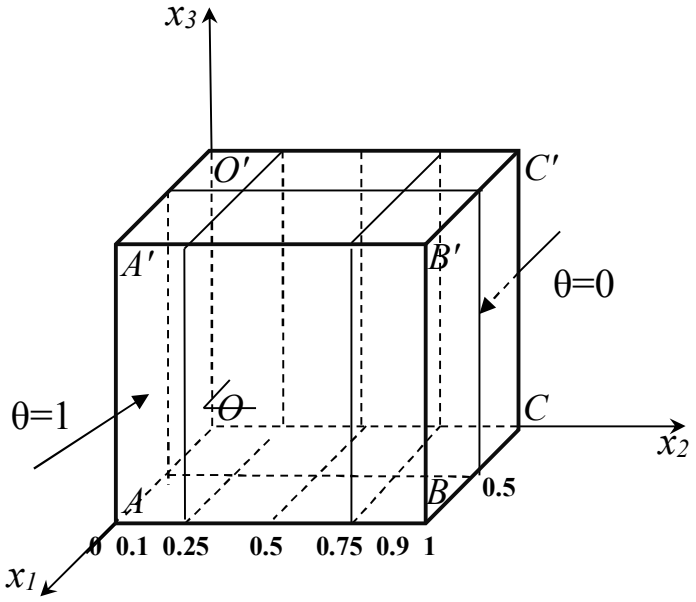
На боковых границах при $x_1 = 0,1$ температура неизменна

$\theta(t,0,x_2,x_3) = 0, \quad \theta(t,1,x_2,x_3) = 1,$

а для других участков границ рассматривается линейные распределения температуры:

$\theta(t,x_1,0,x_3) = \theta(t,x_1,1,x_3) = x_1, \quad \theta(t,x_1,x_2,0) = \theta(t,x_1,x_2,1) = x_1.$

Искомыми величинами в этой системе являются: скорость, давление и температура.



Для численного решения уравнений движения (1), (2) приведем расчетные формулы итерационной схемы, изученной в [1] в следующей векторной форме

$$\frac{\vec{u}^{\,n+1/2} - \vec{u}^{\,n}}{\tau} + L_{h,\vec{u}}\vec{u}^{\,n+1/2} + \overline{grad}_h\, p^n = \tilde{\Delta}_{h,\vec{u}}\vec{u}^{\,n+1/2} - \frac{\vec{g}}{|\vec{g}|} Gr\theta^n, \tag{4}$$

$$\frac{\vec{u}^{\,n+1} - \vec{u}^{\,n+1/2}}{\tau} + \overline{grad}_h(p^{n+1} - p^n) = 0, \tag{5}$$

$$\underline{div}_h \vec{u}^{\,n+1} = 0, \tag{6}$$

$$\frac{\theta^{n+1} - \theta^n}{\tau} + L_{h,\theta}\theta^{n+1} = \frac{1}{\mathrm{Pr}}\tilde{\Delta}_h\theta^{n+1}, \tag{7}$$

Здесь и в дальнейшем использованы общепринятые обозначения из теории разностных схем [6].

Операторы $L_{h,\vec{u}}$ соответствуют разностной аппроксимации конвективных слагаемых по симметричным формулам, $\tilde{\Delta}_{h,\vec{u}}$ - разностные диссипативные операторы, определяемые для обеспечения монотонности расчетов по формуле Самарского [6].

Расчетные формулы для операторов $L_{h,\vec{u}}$, $\tilde{\Delta}_{h,\vec{u}}$ *имеют следующий вид:*

$$L_{h,u}u^n_{k+1/2lm} = \frac{1}{2}\left[a_{k+1,lm}(u^n_{k+1/2lm})_{x_1} + a_{klm}(u^n_{k+1/2lm})_{\bar{x}_1}\right] +$$
$$+\frac{1}{2}\left[b_{k+1/2l+1/2m}(u^n_{k+1/2lm})_{x_2} + b_{k+1/2l-1/2m}(u^n_{k+1/2lm})_{\bar{x}_2}\right] +$$
$$+\frac{1}{2}\left[c_{k+1/2lm+1/2}(u^n_{k+1/2lm})_{x_3} + c_{k+1/2lm-1/2}(u^n_{k+1/2lm})_{\bar{x}_3}\right]$$

$$\tilde{\Delta}_{h,u}u_{k+1/2lm} = \left(\left(1+\frac{X^2_{k+1lm}}{1+|X_{k+1lm}|}\right)\left(u_{k+1/2lm}\right)_{x_1}\right)_{\bar{x}_1} + \left(\left(1+\frac{Y^2_{k+1/2l+1/2m}}{1+|Y_{k+1/2l+1/2m}|}\right)\left(u_{k+1/2lm}\right)_{x_2}\right)_{\bar{x}_2} + \left(\left(1+\frac{Z^2_{k+1/2lm+1/2}}{1+|Z_{k+1/2lm+1/2}|}\right)\left(u_{k+1/2lm}\right)_{x_3}\right)_{\bar{x}_3},$$

где

$$a_{k+1,lm} = \frac{1}{2}\left(u^n_{k+3/2lm} + u^n_{k+1/2lm}\right), \quad a_{klm} = \frac{1}{2}\left(u^n_{k+1/2lm} + u^n_{k-1/2lm}\right),$$

$$b_{k+1/2l+1/2m} = \frac{1}{2}\left(v^n_{k+1l+1/2m} + v^n_{kl+1/2m}\right), \quad b_{k+1/2l-1/2m} = \frac{1}{2}\left(v^n_{k+1l-1/2m} + v^n_{kl-1/2m}\right),$$

$$c_{k+1/2lm} = \frac{1}{2}\left(w^n_{k+1lm+1/2} + w^n_{klm+1/2}\right), \quad c_{k+1/2lm-1/2} = \frac{1}{2}\left(w^n_{k+1lm-1/2} + w^n_{klm-1/2}\right),$$

$$X_{k+1,lm} = \frac{1}{2}a_{k+1,lm}h_1,$$

$$Y_{k+1/2l+1/2m} = \frac{1}{2}b_{k+1/2l+1/2m}h_2,$$

$$Z_{k+1/2lm+1/2} = \frac{1}{2}c_{k+1/2lm+1/2}h_3.$$

Уравнение для температуры (3) аппроксимировано разностной схемой

$$\frac{\theta^{n+1}_{klm} - \theta^n_{klm}}{\tau} + L^{\vec{u}}_{h,\theta}\theta^{n+1}_{klm} = \frac{1}{\mathrm{Pr}}\tilde{\Delta}_{h,\theta}\theta^{n+1}_{klm}. \qquad (8)$$

Расчетные формулы для операторов $L_{h,\theta}$, $\tilde{\Delta}_{h,\theta}$:

$$L^{\vec{u}}_{h,\theta}\theta_{\mathrm{klm}} = \frac{1}{2h_1}\left[u^n_{k+1/2lm}(\theta_{k+1,lm} - \theta_{\mathrm{klm}}) + u^n_{k-1/2lm}(\theta_{klm} - \theta_{\mathrm{k\text{-}1,lm}})\right] +$$
$$+\frac{1}{2h_2}\left[v^n_{kl+1/2m}(\theta_{kl+1m} - \theta_{\mathrm{klm}}) + v^n_{kl-1/2m}(\theta_{klm} - \theta_{\mathrm{kl\text{-}1,m}})\right] +$$
$$+\frac{1}{2h_3}\left[w^n_{klm+1/2}(\theta_{klm+1} - \theta_{\mathrm{klm}}) + w^n_{klm-1/2}(\theta_{klm} - \theta_{\mathrm{klm\text{-}1}})\right],$$

$$\tilde{\Delta}_{h,\theta}\theta_{\mathrm{klm}} = \left(\left(1+\frac{Z^2_{k+1/2lm}}{1+|Z_{k+1/2lm}|}\right)(\theta_{klm})_{x_1}\right)_{\bar{x}_1} + \left(\left(1+\frac{G^2_{kl+1/2m}}{1+|G_{kl+1/2m}|}\right)(\theta_{klm})_{x_2}\right)_{\bar{x}_2} + \left(\left(1+\frac{Q^2_{klm+1/2}}{1+|Q_{klm+1/2}|}\right)(\theta_{klm})_{x_3}\right)_{\bar{x}_3},$$

где

$$Z_{k+1/2lm} = \frac{h_1 u^n_{k+1/2lm}\,\mathrm{Pr}}{2},$$

$$G_{kl+1/2m} = \frac{h_2 v^n_{kl+1/2m}\,\mathrm{Pr}}{2},$$

$$Q_{klm+1/2} = \frac{h_3 w^n_{klm+1/2}\,\mathrm{Pr}}{2}.$$

Расчеты также проводились по разностному алгоритму II, свойства сходимости, которые исследованы в работе [20], расчетные формулы которой для уравнений движения имеют вид

$$\frac{u^{n+1}_m - u^n_m}{\tau} + L_{h,m}u^{n+1}_m + \left(p^n - \frac{\tau}{\varepsilon}\underline{div}_h\vec{u}^n\right)_{x_m} = \Delta_h u^{n+1}_m + \frac{\delta\tau}{2\varepsilon}\left(u^{n+1}_{m,x_m} - u^n_{m,x_m}\right)_{\bar{x}_m} - \frac{Gr g_m}{|\vec{g}|}\theta^{n+1} + f_m, \qquad (9)$$

$$\varepsilon\,\frac{p^{n+1} - p^n}{\tau} + \underline{div}_h\vec{u}^{\,n+1} = 0.$$

Для нахождения значений $\vec{u}$ и p из уравнений (5), (6) на верхнем $(n+1)$ -ом временном слое введем сеточную функцию векторного потенциала

$$\vec{\Psi} = (\Psi^{(1)}_{kl+1/2m+1/2}, \Psi^{(2)}_{k+1/2lm+1/2}, \Psi^{(3)}_{k+1/2l+1/2m})',$$

компоненты удовлетворяют

$$\Delta_h\vec{\Psi} = \overline{rot}_h\,\vec{u}^{\,n+1/2} \qquad (10)$$

с краевыми условиями

$$\vec{\Psi}^{(n)}_{x_n} = 0,\ \Psi^{(t)} = \Psi^{(s)} = 0, \qquad (11)$$

где $\vec{\Psi}^{(n)}$ – нормальная, $\Psi^{(t)}$, $\Psi^{(s)}$ – касательные составляющие.

Учитывая, что

$$\Delta_h\vec{\Psi} = \left(\Delta_h\Psi^{(1)}_{kl+1/2m+1/2}, \Delta_h\Psi^{(2)}_{k+1/2lm+1/2}, \Delta_h\Psi^{(3)}_{k+1/2l+1/2m}\right),$$

и

$$\overline{rot}_h\,\vec{u}^{\,n+1/2} = \left((W^{n+1/2}_{klm+1/2})_{x_2} - (V^{n+1/2}_{kl+1/2m})_{x_3}, (U^{n+1/2}_{k+1/2lm})_{x_3} - (W^{n+1/2}_{klm+1/2})_{x_1}, (V^{n+1/2}_{kl+1/2m})_{x_1} - (U^{n+1/2}_{k+1/2lm})_{x_2}\right),$$

перепишем (10) и (11):

$$\Delta_h\Psi^{(1)}_{kl+1/2m+1/2} = (W^{n+1/2}_{klm+1/2})_{x_2} - (V^{n+1/2}_{kl+1/2m})_{x_3},$$

$$(\Psi^{(1)}_{0l+1/2m+1/2})_{x_1} = (\Psi^{(1)}_{N\,l+1/2m+1/2})_{\bar{x}_1} = 0,$$

$$\Psi^{(1)}_{k\,1/2m+1/2} = \Psi^{(1)}_{kN-1/2m+1/2} = 0,$$

$$\Psi^{(1)}_{kl+1/2,1/2} = \Psi^{(1)}_{kl+1/2N-1/2} = 0,$$

$$k = \overline{1, N-1},\quad l, m = \overline{1, N-2}.$$

$$\Delta_h \Psi^{(2)}_{k+\frac{1}{2}lm+\frac{1}{2}} = (U^{n+\frac{1}{2}}_{k+\frac{1}{2}lm})_{x_3} - (W^{n+\frac{1}{2}}_{klm+\frac{1}{2}})_{x_1},$$

$$(\Psi^{(2)}_{k+\frac{1}{2}0m+\frac{1}{2}})_{x_2} = (\Psi^{(2)}_{k+\frac{1}{2}Nm+\frac{1}{2}})_{\bar{x}_2} = 0,$$

$$\Psi^{(2)}_{\frac{1}{2}lm+\frac{1}{2}} = \Psi^{(2)}_{N-\frac{1}{2}lm+\frac{1}{2}} = 0,$$

$$\Psi^{(2)}_{k+\frac{1}{2}l\frac{1}{2}} = \Psi^{(2)}_{k+\frac{1}{2}lN-\frac{1}{2}} = 0,$$

$$l = \overline{1, N-1}, \quad k,m = \overline{1, N-2}.$$

$$\Delta_h \Psi^{(3)}_{k+\frac{1}{2}l+\frac{1}{2}m} = (V^{n+\frac{1}{2}}_{kl+\frac{1}{2}m})_{x_1} - (U^{n+\frac{1}{2}}_{k+\frac{1}{2}lm})_{x_2},$$

$$(\Psi^{(3)}_{k+\frac{1}{2}l+\frac{1}{2}0})_{x_3} = (\Psi^{(3)}_{k+\frac{1}{2}l+\frac{1}{2}N})_{\bar{x}_3} = 0,$$

$$\Psi^{(3)}_{\frac{1}{2}l+\frac{1}{2}m} = \Psi^{(3)}_{N-\frac{1}{2}l+\frac{1}{2}m} = 0,$$

$$\Psi^{(3)}_{k+\frac{1}{2}\frac{1}{2}m} = \Psi^{(3)}_{k+\frac{1}{2}N-\frac{1}{2}m} = 0,$$

$$m = \overline{1, N-1}, \quad k,l = \overline{1, N-2}.$$

Решая задачу (10) и находя значения сеточного вектора $\vec{\Psi}$ определим значения $\vec{u}^{n+1}$ по формуле

$$\vec{u}^{n+1} = \underline{rot}_h \vec{\Psi}.$$

Это равенство в координатной форме имеет следующей вид

$$\left(U^{n+1}_{k+\frac{1}{2}lm}, V^{n+1}_{kl+\frac{1}{2}m}, W^{n+1}_{klm+\frac{1}{2}}\right) =$$

$$= \left(\left(\Psi^{(3)}_{k+\frac{1}{2}l+\frac{1}{2}m}\right)_{\bar{x}_2} - \left(\Psi^{(2)}_{k+\frac{1}{2}lm+\frac{1}{2}}\right)_{\bar{x}_3}, \left(\Psi^{(1)}_{kl+\frac{1}{2}m+\frac{1}{2}}\right)_{\bar{x}_3} - \left(\Psi^{(3)}_{k+\frac{1}{2}l+\frac{1}{2}m}\right)_{\bar{x}_1}, \left(\Psi^{(2)}_{k+\frac{1}{2}lm+\frac{1}{2}}\right)_{\bar{x}_1} - \left(\Psi^{(1)}_{kl+\frac{1}{2}m+\frac{1}{2}}\right)_{\bar{x}_2}\right).$$

Затем по уравнению (5) найдены компоненты градиента давления

$$\overline{grad}_h\, p^{n+1} = \overline{grad}_h\, p^n - \frac{\vec{u}^{n+1} - \vec{u}^n}{\tau}.$$

Далее рассмотрены вопросы нахождения значений $\vec{u}^{n+\frac{1}{2}}$ и θ^{n+1} на примере решения уравнения теплопроводности.

Вводя функцию

$$\xi_{klm} = \frac{\theta^{n+1}_{klm} - \theta^n_{klm}}{\tau},$$

оператора

$$A_{h,\theta} = E + \tau L^n_{h,\theta} - \frac{\tau}{\mathrm{Pr}} \tilde{\Delta}_{h,\theta}$$

и обозначение

$$G^n_{klm} = \frac{1}{\mathrm{Pr}}\widetilde{\Delta}_{h,\theta}\theta^n_{klm} - L_{h,\theta}\theta^n_{klm}$$

запишем уравнение (8) в следующей форме

$$A_h\xi_{klm} = G^n_{klm}\,. \tag{12}$$

Нахождение решения уравнений (10) и (12) осуществлены по итерационному методу минимальных поправок

$$B\frac{\xi^{s+1}-\xi^s}{\tau_{s+1}} + A_{h,\theta}\xi^s = G^n\,. \tag{13}$$

Внутренние итерации по алгоритмам вида (13) производились до достижения критерия сходимости вида $\left\|A_h\xi^s - G\right\| \le 10^{-10}$, а глобальные итерации по соотношениям (4)-(6), (8) прекращались при выполнении условия

$$\left\|L_{h,\vec{u}}\vec{u}^{\,n} + \overline{grad}_{\,h}\,p^n - \widetilde{\Delta}_{h,\vec{u}}\vec{u}^{\,n} - \frac{Gr\,\vec{g}}{|\vec{g}|}\theta^n\right\|_{L_2(D_n)} + \left\|L_{h,\theta}\theta^n - \frac{1}{\mathrm{Pr}}\widetilde{\Delta}_{h,\theta}\theta^n\right\| \le 10^{-4}. \tag{14}$$

Расчеты по алгоритму (4)-(6), (8) проводились при $\tau = 0.05$, а по (8) и (3.15) при значениях $\tau = 0.5,\quad \delta = 3.0,\quad \tau/\varepsilon = 0.1.$. В таблице 1 приведены данные расчетов по количеству итерации, необходимого для выполнения критерия (14), позволяющие сопоставить свойства сходимости рассмотренных алгоритмов на различных сетках.

Таблица 1. **Результаты расчетов по количеству итерации**

	32x32x32	64x64x64	128x128x128
(4)-(6), (8)	9768	72345	Сходимость не достигнута за $2*10^5$ итерации
(8), (9)	105	110	125

Как видим в случае использования алгоритма (8), (9) фактически достигается равномерная сходимость, то есть скорость сходимости не зависит от количества узлов конечно-разностной сетки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости. - М.: Наука, 1970. - 228 с.

2. Бахвалов Н. С. и др. Численные методы решения задач математической физики // Современные проблемы вычислительной математики и математического моделирования. - М.: Наука, 2005. - Т.1: Вычислительная математика. - С. 10-92.

3. Тарунин Е.Л. Вычислительный эксперимент в задачах свободной конвекции. - Иркутск: Издательство Иркутского университета, 1990. - 228 с.

4. Белоцерковский О.М. Численное моделирование в механике сплошных сред. – М.: Наука, 1984. – 520 с.

5. Danaev N.T. On solution of Nafier-Stokes auxiliary grid equations for incompreeible fluids// Notes on numerical fluid mechanics and multidisciplinary design. - Springer-Verlag Berlin: Heidelberg, 2006. - Vol. 91. - P. 55-65.

6. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. - М.: Наука, 1978. - 590 с.

7. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М., Тарунин Е.Л. Численное исследование конвективного движения в замкнутой полости // Изв. АН СССР. МЖГ. - 1966. - № 5. - С. 56-62.

8. Полежаев В.И., Буне А.В., Верезуб Н.А. и др. Математические моделирование конвективного тепло-массообмена на основе уравнений Навье-Стокса. - М.: Наука, 1987. - 272 с.

9. Роуч П. Вычислительная гидродинамика / Пер. с англ. - М.: Мир, 1980. - 616 с.

10. Берковский Б.М., Полевиков В.К. Вычислительный эксперимент в конвекции. - Минск: Университетское, 1988. - 167 с.

11. Абдрашин В.Н., Лапко С.Л. Численное исследование свободной конвекции // Дифференциальные уравнения. - 1992. - Т.28, №7. - С. 1154-1167.

12. Abrashin V., Lapko S. Natural convection in an enclosed cavity // Informatica. - 1992. - Vol. 3, N 1. - P. 1-18.

13. Жумагулов Б.Т., Темирбеков Н.М. Численный метод решения уравнений естественной конвекции в двухсвязной области // Нефть и газ Казахстана. - 1998. № 3. - С. 47-55.

14. Темам Р. Уравнения Навье-Стокса. Теория и численный анализ. - М.: Изд. Мир, 1981. – 408 с.

15. Темирбеков Н.М. Численное моделирование течения вязкой жидкости через пористые среды: Дис. канд. физ.-мат. наук: 01.01.07. – Алматы, 1990. - 113 с.

16. Урмашев Б.А., Данаев Н.Т. О сходимости итерационных процессов для решения сеточных уравнений Навье - Стокса // Поиск. Серия естеств. и техн. наук. - 2000. - № 3. - С. 174-181.

17. Калтаев А.Ж., Урмашев Б.А. Численное решение одной задачи тепловой конвекции // Вестник КазГУ. Сер. мат., мех., инф. - 2000. - № 1. - С. 162-170.

18. Бейсебай П.Б., Данаев Н.Т. О численном решении свободной конвекции при подогреве сбоку // Вестник КазНУ. Серия математика, механика, информатика. - 2007. - №1 (52). - С. 71-80.

19. Бейсебай П.Б. О численном решении трехмерных уравнений свободной конвекции // Тезисы докладов 2-ой международной научной конференции «Проблемы современной механики». - Алматы, 2006. - С. 77-77.

20. Бейсебай П.Б., Данаев Н.Т. Исследование неявной разносной схемы расщепления для уравнений тепловой конвекции // Тезисы докладов международной конференции «Дифференциальные уравнения, теория функций и приложения». - Новосибирск, 2007. - С. 552-552.

REFERENCES

1. Ladyzhenskaya O.A. Matematicheskie voprosy dinamiki vyazkoj neszhimaemoj zhidkosti. - M.: Nauka, 1970. - 228 s.

2. Baxvalov N. S. i dr. Chislennye metody resheniya zadach matematicheskoj fiziki // Sovremennye problemy vychislitel'noj matematiki i matematicheskogo modelirovaniya. - M.: Nauka, 2005. - T.1: Vychislitel'naya matematika. - S. 10-92.

3. Tarunin E.L. Vychislitel'nyj eksperiment v zadachax svobodnoj konvekczii. - Irkutsk: Izdatel'stvo Irkutskogo universiteta, 1990. - 228 s.

4. Beloczerkovskij O.M. Chislennoe modelirovanie v mexanike sploshnyx sred. – M.: Nauka, 1984. – 520 s.

5. Danaev N.T. On solution of Nafier-Stokes auxiliary grid equations for incompreeible fluids// Notes on numerical fluid mechanics and multidisciplinary design. - Springer-Verlag Berlin: Heidelberg, 2006. - Vol. 91. - R. 55-65.

6. Samarskij A.A., Nikolaev E.S. Metody resheniya setochnyx uravnenij. - M.: Nauka, 1978. - 590 s.

7. Gershuni G.Z., Zhuxoviczkij E.M., Tarunin E.L. Chislennoe issledovanie konvektivnogo dvizheniya v zamknutoj polosti // Izv. AN SSSR. MZhG. - 1966. - № 5. - S. 56-62.

8. Polezhaev V.I., Bune A.V., Verezub N.A. i dr. Matematicheskie modelirovanie konvektivnogo teplo-massoobmena na osnove uravnenij Nav'e-Stoksa. - M.: Nauka, 1987. - 272 s.

9. Rouch P. Vychislitel'naya gidrodinamika / Per. s angl. - M.: Mir, 1980. - 616 s.

10. Berkovskij B.M., Polevikov V.K. Vychislitel'nyj eksperiment v konvekczii. - Minsk: Universitetskoe, 1988. - 167 s.

11. Abdrashin V.N., Lapko S.L. Chislennoe issledovanie svobodnoj konvekczii // Differenczial'nye uravneniya. - 1992. - T.28, №7. - S. 1154-1167.

12. Abrashin V., Lapko S. Natural convection in an enclosed cavity // Informatica. - 1992. - Vol. 3, N 1. - P. 1-18.

13. Zhumagulov B.T., Temirbekov N.M. Chislennyj metod resheniya uravnenij estestvennoj konvekczii v dvuxsvyaznoj oblasti // Neft' i gaz Kazaxstana. - 1998. № 3. - S. 47-55.

14. Temam R. Uravneniya Nav'e-Stoksa. Teoriya i chislennyj analiz. - M.: Izd. Mir, 1981. – 408 s.

15. Temirbekov N.M. Chislennoe modelirovanie techeniya vyazkoj zhidkosti cherez poristye sredy: Dis. kand. fiz.-mat. nauk: 01.01.07. – Almaty, 1990. - 113 s.

16. Urmashev B.A., Danaev N.T. O sxodimosti iteraczionnyx proczessov dlya resheniya setochnyx uravnenij Nav'e - Stoksa // Poisk. Seriya estestv. i texn. nauk. - 2000. - № 3. - S. 174-181.

17. Kaltaev A.Zh., Urmashev B.A. Chislennoe reshenie odnoj zadachi teplovoj konvekczii // Vestnik KazGU. Ser. mat., mex., inf. - 2000. - № 1. - S. 162-170.

18. Bejsebaj P.B., Danaev N.T. O chislennom reshenii svobodnoj konvekczii pri podogreve sboku // Vestnik KazNU. Seriya matematika, mexanika, informatika. - 2007. - №1 (52). - S. 71-80.

19. Bejsebaj P.B. O chislennom reshenii trexmernyx uravnenij svobodnoj konvekczii // Tezisy dokladov 2-oj mezhdunarodnoj nauchnoj konferenczii «Problemy sovremennoj mexaniki». - Almaty, 2006. - S. 77-77.

20. Bejsebaj P.B., Danaev N.T. Issledovanie neyavnoj raznosnoj sxemy rasshhepleniya dlya uravnenij teplovoj konvekczii // Tezisy dokladov mezhdunarodnoj konferenczii «Differenczial'nye uravneniya, teoriya funkczij i prilozheniya». - Novosibirsk, 2007. - S. 552-552.

Бейсебай П.

Ерікті конвекция есептеріндегі сандық зерттеулер

Түйіндеме. Бұл мақалада «жылдамдық, қысым» айнымалылы айқындалмаған айырымдық сұлбалардың негізінде ерікті конвекция есептерінің есептелу әдістемесін дамытуға арналады. $t > 0$ болғандағы $D = \{0 \le x_\alpha \le 1, \alpha = 1,2,3\}$ параллелепипедіндегі ерікті конвекция теңдеулер жүйесі қарастырылған. Айырымдық алгоритмнің жазылымы көрсетіліп, шектік айырымдық сұлбаның шешімі көмекші теңдеулердің енгізілуі көмегімен іске асырылады. Бүйір қырынан қыздырғандағы параллелепипедте стационар конвективтік ағынның сандық есептеулері келтірілген.

Негізгі сөздер: жылу конвекциясы, итерациялық алгоритмдер, айырымдық сұлбалар, қосалқы теңдеулер, сандық есептеулер, жылдамдық векторы, қысым.

Beisebay P.

Numerical investigation in problems of free convection

Summary. In this article the method of calculation of free convection problems on the basis of implicit difference schemes in variables "velocity pressure". The system of equations of free convection at $t > 0$ in the box $D = \{0 \le x_\alpha \le 1, \alpha = 1,2,3\}$. We present a description of the difference algorithm provides solution of the boundary of a difference scheme by introducing auxiliary equations. Numerical calculations of steady convective flow in a parallelepiped with the heating side.

Key words: thermal convection, iterative algorithms, difference schemes, the auxiliary equations, the numerical calculations, speed vector, pressure.

УДК 521.1

М.Р. Сапарова, М.Б. Елгондина

(Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ СПУТНИКА НА КРУГОВОЙ ОРБИТЕ

Аннотация: Рассмотрено движение спутника относительно центра масс в центральном ньютоновском гравитационном поле. Спутник моделируется твердым телом с постоянной массой, главные центральные моменты инерции которого изменяются со временем. Часто при рассмотрении движения спутника относительно центра масс в качестве модели выбирают твердое тело и исследуют движения в центральном ньютоновском поле на круговой орбите. Линейные размеры спутника предполагаются малыми по сравнению с размерами орбиты центра масс, что позволяет рассматривать задачу в ограниченной постановке, т.е. считать что движение спутника относительно центра масс не влияет на движение самого центра масс. Было получено аналитическое решение периодических движений спутника. Решили задачу численным методом, пользуясь аналитическим решением. Затем пользуясь этим же численным решением построили график устойчивости колебательного движения спутника на круговой орбите.

Ключевые слова: Квазиэллипс, спутник, стационарные точки, резонанс, гамильтаниан, фазовая плоскость, монотонно, сепаратрисса, эксцентриситет, истинная аномалия, амплитудно-фазовый, стабилизация.

С момента запуска первого искусственного спутника Земли в середине прошлого века освоение космоса шло бурными темпами. К настоящему моменту спутники широко используются для научных исследований и прикладных задач. Но перед запуском каждого спутника возникает вопрос о его возможном поведении на орбите, для ответа на который применяются различные методы и алгоритмы, предназначенные для моделирования движения. В зависимости от своего назначения, спутники могут различаться размерами, свойствами материалов, из которых они изготовлены, ограничениями и допущениями, которые были приняты при постановке задачи.

I. Уравнения движения спутника на круговой и эллиптической орбите в резонансном случае.

$$\text{Уравнения движения} \quad \left.\begin{array}{l} \dot{\theta}_i = \dfrac{\partial^2 H}{\partial p_i} \\ \dot{p}_i = -\dfrac{\partial H}{\partial \theta_i} \\ i = 1,2,3,.... \end{array}\right\} \qquad (1)$$

Уравнения (1) имеют частное решение $\dot{\theta}_1 = \dot{\theta}_2 = \theta_1 = \theta_2 = 0$.

При этом $\theta_3 \neq const, \dot{\theta}_3 \neq const$. Этот частный случай отвечает колебаниям спутника в плоскости орбиты. Ось y' спутника все время совпадает с нормалью $\vec{n}$ к плоскости орбиты. Для рассаматриваемого случая гамильтаниан принимает вид

$$H = \frac{1}{2}\frac{p_3^2}{B} + \frac{3}{2}\frac{\mu}{R^3}(A-C)\sin^2\theta_3 + B\dot{\omega}_0\theta_3 \tag{2}$$

Откуда

$$\dot{\theta}_3 = 3\frac{\mu}{R^3}\frac{(A-C)}{B}\sin\theta_3\cos\theta_3 = -\dot{\omega}_0 \tag{3}$$

Это и есть уравнение плоских колебаний спутника на эллиптической орбите. Если **орбита круговая,** то $\dot{\omega}_0 = 0, \frac{\mu}{R^3} = \omega^2 = const$ и, вводя еще обозначение $\theta_3 = \theta$, приходим вместо уравнения (3) к уравнению

$$\ddot{\theta}_3 + 3\omega_0^2\frac{A-C}{B}\sin\theta\cos\theta = 0 \tag{4}$$

Уравнение (4) имеет первый интеграл

$$\frac{1}{2}B\dot{\theta}^2 + \frac{3}{2}\omega_0^2(A-C)\sin^2\theta = h_0 \tag{5}$$

Отвечающий постоянству гамильтониана (2), не зависящего в данном случае явно от времени. Формула (5) позволяет построить на фазовой плоскости $\dot{\theta}, \theta$ фазовые траектории $\dot{\theta}(\theta)$ при различных значениях постоянной h_0. Получающийся при этом «фазовый портрет» изображен на рис 1(считаем, что $A-C>0$). При

$$\frac{2h_0}{B} < 3\omega_0^2\frac{A-C}{B} \tag{6}$$

движение носит колебательный характер в окрестности точки устойчивого равновесия $\dot{\theta} = 0, \theta = 0, или (\theta = \pi)$.

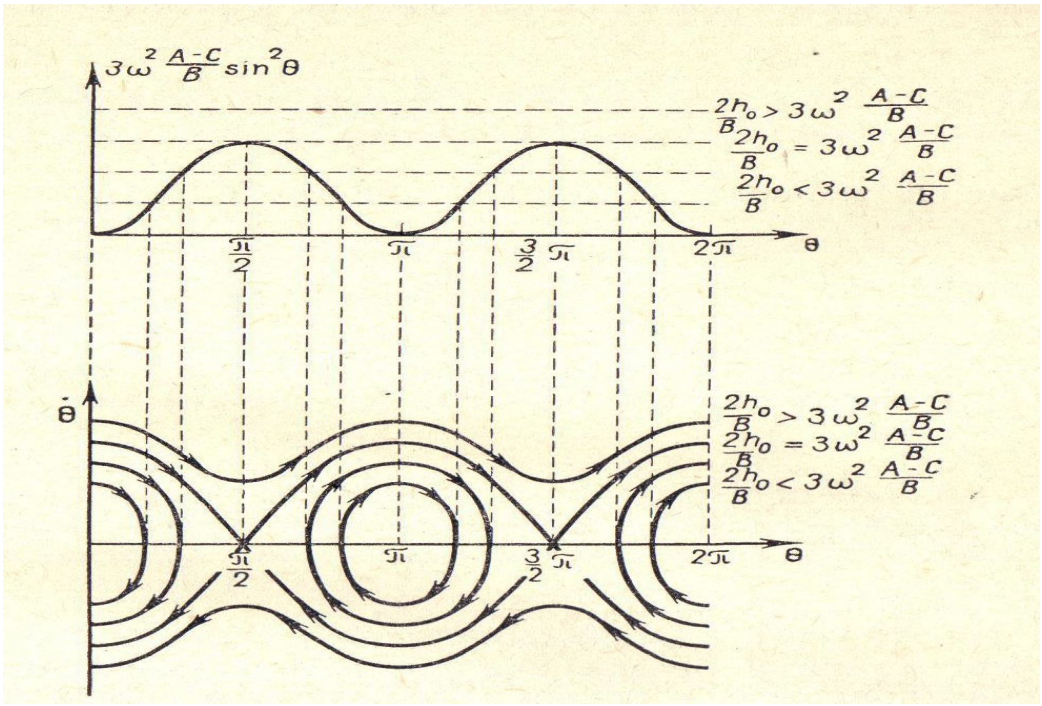


Рис. 1. Колебания спутника на круговой орбите. Фазовая плоскость

Если

$$\frac{2h_0}{B} > 3\omega_0^2 \frac{A-C}{B} \tag{7}$$

то спутник вращается в одну и ту же сторону. Это вращение описывается формулой

$$\theta = am\left\{\omega_0\sqrt{\frac{2h_0}{B}}(t-t_0)+\varphi_1, k_1^2\right\}$$
$$k_1^2 = \frac{1}{k^2} \tag{8}$$

(здесь am – «амплитуда» Якоби).

Согласно (5) θ монотонно и неограниченно увеличивается (или монотонно и неограниченно уменьшается) со временем и с угловой скоростью, в среднем постоянной, но колеблющейся около среднего значения.

Наконец, при $\frac{2h_0}{B} = 3\omega_0^2 \frac{A-C}{B}$ движение будет носить лимитационный характер: $\theta = \frac{\pi}{2}; t \to \infty$. На фазовой картине (рис.1) этому движению отвечает сепаратрисса, проходящая через точки $\dot{\theta} = 0, \theta = \frac{\pi}{2}$.

Рассмотрим плоские колебания спутника на **эллиптической орбите**. Эти колебания описываются уравнением (3). Удобно вместо независимой переменной t (время) перейти в уравнении (3) к новой независимой переменной ν (истинная аномалия центра масс спутника на орбите). Связь этих двух переменных дается формулой

$$\frac{\partial \nu}{\partial t} = \omega_0 = \frac{\sqrt{\mu p}}{R^2} = \frac{\sqrt{\mu p}}{p^2}(1+e\cos\nu)^2$$

p – фокальный параметр орбиты,

e – ее эксцентриситет, так что входящие в (3) выражения ω_0, R задаются формулами

$$R = \frac{p}{1+e\cos\nu};$$
$$\dot{\omega}_0 = -2e\sin\nu\frac{\mu}{R^3}$$

Кроме того, полагая $\theta_3 = \theta$

$$\ddot{\theta}_3 = \frac{\mu}{R^3}\{(1+e\cos\nu)\theta'' - 2e\sin\nu\theta'\}$$

где штрих означает уже производную по истинной аномалии ν. Введем новую переменную $\delta = 2\theta$. Учитывая все сказанное, уравнение (4) производится к виду

$$(1+e\cos\nu)\delta'' - 2e\sin\nu\delta' + n^2\sin\delta = 4e\sin\nu,$$
$$n^2 = 3\frac{A-C}{B} \tag{9}$$

Рассмотрим чисто резонансное движение (n=1) с начальным значением амплитуды, близким к нулю $(a_0 \approx 0)$. Тогда $\Phi_0 \approx 0$ из

$$\Phi = \frac{2e}{n}a\sin\chi + (n-1)\frac{a^2}{2} - n\frac{a^4}{64}$$

следует

$$a = \sqrt[3]{128e\sin\chi},$$

откуда ясно, что амплитуда может достигать максимального значения

$$a_{\max} = 4\sqrt[3]{2e} \tag{10}$$

Это значит, что при эксцентритетах порядка 0,01 амплитуда колебаний по углу $\theta = \frac{\delta}{2}$ может достигать величины порядка 30^0 при начальных данных, близких к нулевым! На круговой орбите при тех же условиях фактически сохранялось бы положение относительного равновесия. Из этого ясно, что эллиптичность орбиты – существенная помеха для систем гравитационной стабилизации спутника. Так как относительного равновесия на эллиптической орбите не существует, то в системах гравитационной стабилизации стремятся осуществить некоторый периодический режим колебаний, обеспечивающий умеренные периодические отклонения спутника от ориентированного положения. В нашем приближении таким периодическим колебаниям отвечают стационарные точки на амплитудно-фазовым портрете (рис.2), а точнее – стационарная точка с наименьшей устойчивой амплитудой. Стационарные точки определяются непосредственно из

$$\frac{da}{dv} = -\frac{2e}{n}\cos\chi = -\frac{1}{a}\frac{d\Phi}{d\chi}$$

приравниванием правых частей этих уравнений к нулю. Это дает

$$\chi = \pm\frac{\pi}{2}, a^3 - 16\frac{n-1}{n}a \mp \frac{32e}{n^2} = 0 \tag{11}$$

Обозначим

$$e^* = \frac{4}{\sqrt{27}}\sqrt{n}(n-1)^{3/2} \tag{12}$$

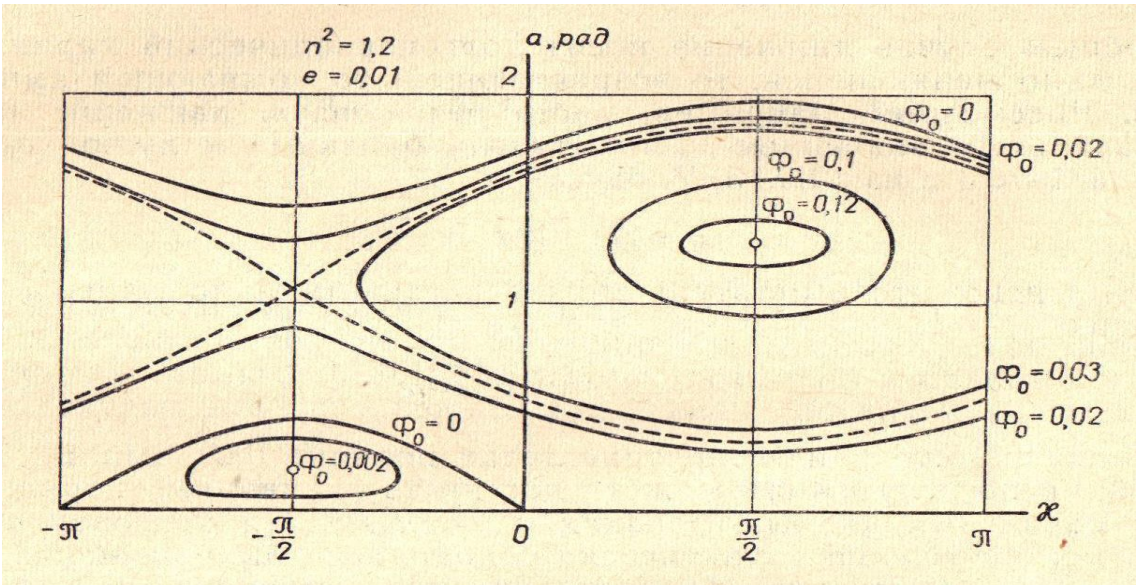


Рис. 2. Колебания спутника на эллиптической орбите

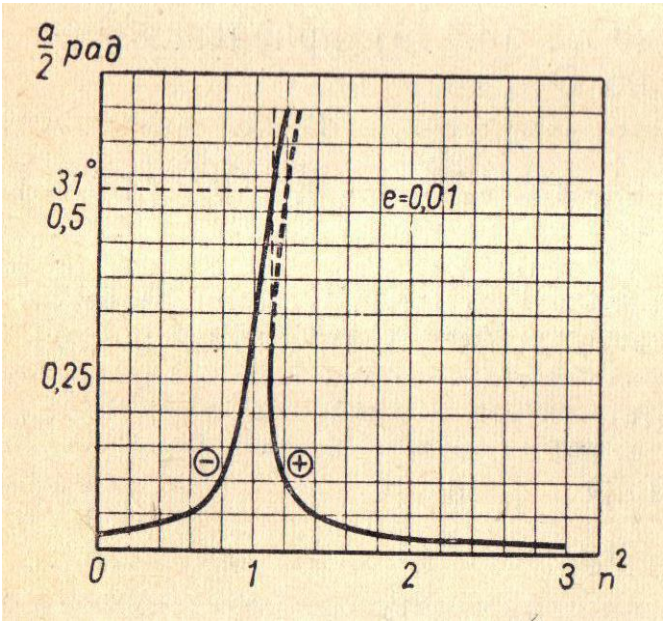


Рис.3. Амплитудно-частотная характеристика периодических колебаний спутника

Если $e > e^*$, и уравнение (11) имеет один действительный корень, т.е. исходное уравнение (16) – одно 2π - периодическое решение. Если $e < e^*$, и существует три 2π - периодических решения у уравнения (16). Именно этой последней ситуации соответствует рис.2. Кривая $e = e^*$ называется кривой разделения. Выражение $e^*(n)$, предоставляемое формулой (12) достаточно точно лишь при достаточно малых значениях величины $|(n-1)|$. В предположении о малости $|(n-1)|$ не использовалось и получено весьма точное аналитическое выражение для кривой разделения. Оно имеет вид

$$e = e^*; e^* = (\frac{2}{3})^{3/2} \frac{(n^2-1)^{3/2}}{2n} \tag{13}$$

Полагая в этой формуле $n^2 - 1 = (n-1)(2n+\varepsilon)$ $\varepsilon = 1-n$ и пренебрегая малой по модулю величиной ε, приходим к формуле (12).

Зависимость амплитуды a периодического движения от параметра n при фиксированном значении эксцентриситета e орбиты назовем амплитудно-частотной характеристикой периодического движения. Она вычисляется из формулы (11). Пример такого расчета представлен на рис.3 (для случая существования трех действительных корней уравнения (12)). Видим, что амплитуда колебаний достаточно мала вдали от резонанса, но существенно возрастает (в десятки раз) в окрестности резонанса.

II. В данной статье рассматривается случай, когда

$m_1 - Земля$
$m_2 - Спутник$ $\qquad m_2 \ll m_1$

$m_1 = const$
$m_2 = const$ $\qquad A = A(t)$
$B = B(t)$
$C = C(t)$

Найдено угловая скорость истинной аномалии:

$$\dot{\nu} = \frac{n}{(1-e^2)^{3/2}}(1+e\cos\nu)^2 \tag{14}$$

Получено уравнение плоского нестационарного колебания спутника в квазиэллиптической орбите:

$$\frac{d}{dt}[C(\dot{\varphi}+\dot{\nu})] = \frac{3m_1}{m_1+m_2}\cdot n\cdot(1+e\cos\nu)^3\cdot\frac{B-A}{(1-e^2)^{3/2}}\cdot\sin\varphi\cos\varphi) \tag{15}$$

Здесь:

$$n^2 = \frac{\mu}{a^3} = \frac{f(m_1+m_2)}{a^3} \tag{16}$$

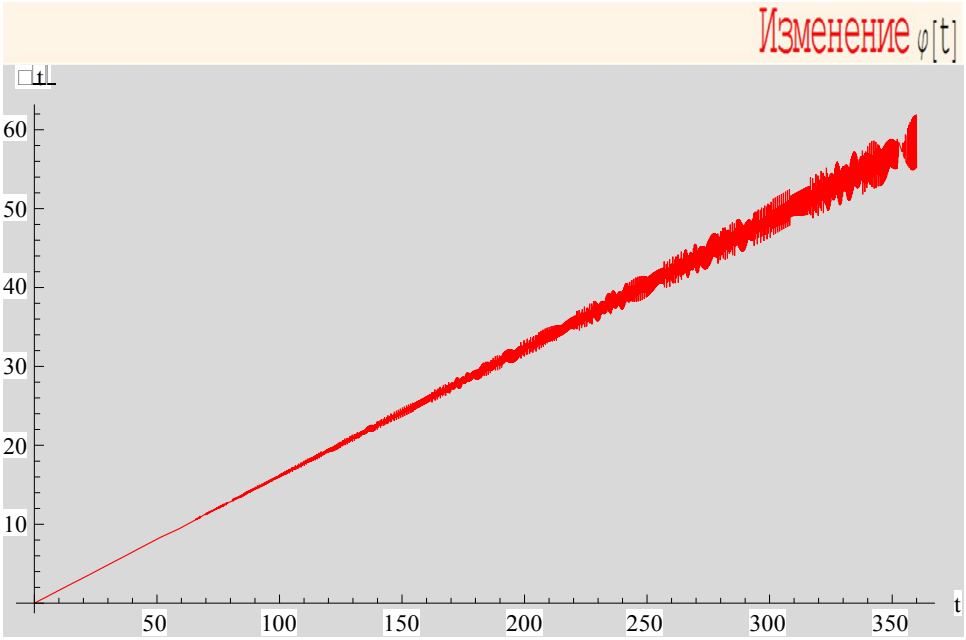


Рис. 4. График устойчивости колебательного движения спутника на круговой орбите

Заключение: В данной работе было рассмотрено два тела (Земля, спутник) с постоянными массами, но переменными моментами инерции. Было получено аналитическое решение периодических движений спутника. Решили задачу численным методом, пользуясь аналитическим решением. Затем пользуясь этим же численным решением построили график устойчивости колебательного движения спутника на круговой орбите.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белецкий В.В.Движение спутника относительно центра масс в гравитационном поле.М:МГУ и М.В.Ломоносов,1975.
2. С.Херрик. Астродинамика.Из-во «Мир»:Москва, 1976.
3. Белецкий В.В. Движение искусственного спутника относительно центра масс. М.:Наука, 1965.
4. Минглибаев М.Ж. Динамика гравитирующих тел с переменными массами и размерами. Поступательное и поступательно-вращательное движение. Из-во: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012.
5. Дубошин Г.Н. О вращательном движении искусственных небесных тел //Бюлл. Ин-та теоретп. астрон. 1960.

REFERENCES

1. Beleckij V.V.Dvizhenie sputnika otnositel'no centra mass v gravitacionnom pole.M:MGU i M.V.Lomonosov,1975.
2. S.Herrik. Astrodinamika.Iz-vo «Mir»:Moskva, 1976.
3. Beleckij V.V. Dvizhenie iskusstvennogo sputnika otnositel'no centra mass. M.:Nauka, 1965.

4. Minglibaev M.Zh. Dinamika gravitirujushhih tel s peremennymi massami i razmerami. Postupatel'noe i postupatel'no-vrashhatel'noe dvizhenie. Iz-vo: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012.
5. Duboshin G.N. O vrashhatel'nom dvizhenii iskusstvennyh nebesnyh tel //Bjull. In-ta teoretp. astron. 1960.

Сапарова М.Р.,.Елгондина М.Б

Шеңберлік орбитадағы жасанды жер серігінің тербелмелі қозғалысы.

Түйіндеме. Мақалада ньютондық гравитациялық өрістегі массалар центріне қатысты жерді айнала қозғалатын жасанды жер серігі зерттелуде.Серік бас инерция моменттері A,B,C болатын қатты дене. Екеуінің де массалары тұрақты, ал серіктің A,B,C бас инерция моменттері айнымалы деп қарастырылған.

Негізгі сөздер: Квазиэллипс, жасанды жер серігі, стационар нүктелер, резонанс, гамильтаниан, фазалы жазықтық, монотонды, сепаратрисса, эксцентриситет, нақты аномалия, амплитудалы-фазалық, тұрақтандыру.

Saparova M.R, Elgondina M.B

The oscillating motion of the satellite in a circular orbit.

Summary. In this article the movement of the satellite relative to the center of mass in a central Newtonian gravitational field. The satellite is simulated solid with constant mass, the principal central moments of inertia A, B, C, which change over time.

Key words: Kvaziellips, satellite, fixed point, resonance, gamiltanian, phase plane, monotone, separatrix, eccentricity, true anomaly, amplitude and phase,stabilization.

УДК 62-97, 629.7.018.77

А. Мухамедгали, Н.С. Досжан, Е.Шабдан
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан
m_a_91@mail.ru, nursultan.sagynaiuly@gmail.com)

ОБЗОР ИСПЫТАНИЙ В ТЕРМО-ВАКУУМНОЙ КАМЕРЕ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Аннотация. Термо-вакуумное тестирование заключается в моделировании космической среды, которая будет воздействовать на малый космический аппарат, с целью определения успешности или неудачи его миссии в такой среде, или для проверки точности анализа, расчетов проектирования тестируемого космического аппарата.

В процессе реализации сборки и интеграции малых космических аппаратов следует точно оценить риск воздействия космической среды. Данная статья описывает этапы и процессы электро-термовакуумных тестирований. Цель статьи заключается в описании методологии и процессов тестовых команд для разработки оптимальных и эффективных методов, а также для проверки расчетов математической модели в моделируемой реальных условиях на базе испытаний микроспутника Uniform-2.

Ключевые слова: термо-вакуумное испытание, малый космический аппарат, термо-вакуумная камера.

ВВЕДЕНИЕ

С началом космической эры человечество с каждым годом все интенсивнее осваивало космос, и с каждым разом нужно было выводить на орбиту все больше и больше полезного груза, что вызывало рост удорожания космических проектов. Однако современная тенденция миниатюризации, охватывающей все области технологий, не обошла стороной и спутниковую отрасль. Благодаря успехам высоких технологий у ученых появилась возможность выводить на орбиту полноценные научно-исследовательские станции малых размеров – массой менее ста килограммов (микроспутников), обладающих целым рядом преимуществ по сравнению со своими тяжелыми «братьями». Кроме этого, благодаря небольшому времени разработки, появилась также возможность создавать целые группировки микроспутников, поддерживать которых относительно просто. Цикл разработки и подготовки к запуску большого научного спутника (например, орбитальной обсерватории) занимает от нескольких лет до десятилетия. За это время неизбежно устаревает научная аппаратура, что может существенно снизить эффективность научных исследований. Это естественная для любой космической техники проблема становится менее актуальной в случае микроспутников, так как цикл их подготовки не так велик.

Важно отметить, что сами работы по созданию малого космического аппарата представляют сложную научную и техническую задачу. Примеров микроспутников достаточно много, однако необходимо отметить, что к их созданию все более активно подключаются университеты, чему также способствует низкая стоимость изготовления таких космических аппаратов. Образовательная ценность микроспутников велика. Во-первых, сама их разработка представляет зачастую серьезную техническую задачу. Во-вторых, появляется возможность использовать в обучении данные, полученные непосредственно со спутника, что, безусловно, привлекает интерес студентов.

Для полной проверки функциональности всех бортовых систем микроспутников на земных сегментах проводятся соответствующие тестирования. В частности, термо-вакуумное тестирование микроспутника в наземных испытательных комплексах с максимально приближенной к реальности имитационной средой околоземного пространства. Основной целью такого тестирования является проверка на функциональность и работоспособность всех бортовых систем и компонентов в экстремальных температурных диапазонах, влияющих на малые космические аппараты в космическом пространстве. В данной статье приведены результаты термо-вакуумного тестирования японского микроспутника Uniform-2 в Центре Тестирования Наноспутников при Технологическом Институте Кюсю, Япония при непосредственном участии авторов.

1. ЭЛЕМЕНТЫ АППАРАТНЫХ СИСТЕМ ТЕСТИРОВАНИЯ

В данных испытаниях спутника были применены три основных компонента: терм-вакуумная камера, нагревательные панели и температурные датчики.

Термо-вакуумная камера

Для тестирования использовалась вакуумная камера с внутренними размерами по длине 1.7 м и в диаметре 1.5 м, расположенная в центре тестирования малых космических аппаратов в Технологическом Интитуте Кюсю. Данных размеров камеры вполне достаточно практически для любого микроспутникового макета. Вакуумная камера генерирует давление в $5*10^{-6}$ Па, с помощью жидкого азота может охлаждаться до -185 ^{0}C, таким образом, имитируя тепловое состояние космического пространства (рис. 1).

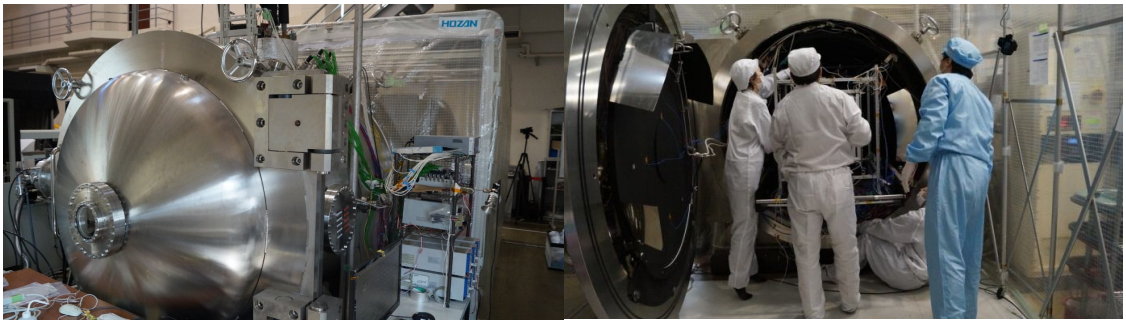


Рис. 1. Вакуумная камера в Center of Nanosatellite Testing

Нагревательные панели

Тепловые потоки Земли и Солнца имитируются при помощи нагревателей, установленных на излучающих поверхностях. Проверка баланса тепловой системы микроспутника для эксплуатации при высоких и низких температурах должна подтвердить или уточнить принятые параметры большинства компонентов терморегулирования и утвердить используемую тепловую концепцию. Температурная граница эксплуатации спутниковых компонентов должна быть увеличена на ± 11^{0}C, чтобы компенсировать неопределенность, связанную с расчетами, дизайном и условиями окружающей среды. Нагревательные панели генерируют температуру до +80^{0}C, данной максимальной температуры вполне достаточно для испытания самого важного компонента микроспутника Uniform-2 – аккумуляторных батарей (рис. 2).

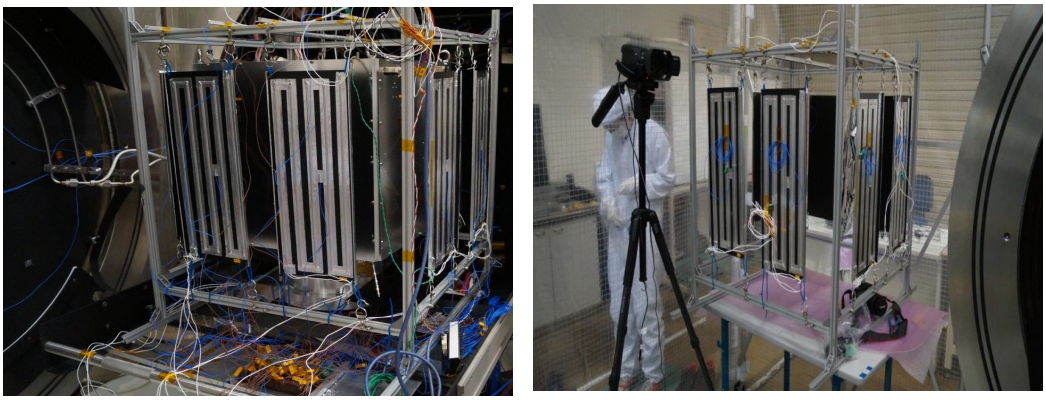


Рис. 2. Нагревательные панели

Температурные датчики

В качестве температурных датчиков для измерения как внешней, так и внутренней поверхности микроспутника использовалась термоэлектрические преобразователи (термопары).

Принцип действия термопар основан на термоэлектрическом эффекте, заключающемся в том, что в замкнутом контуре, состоящем из двух разнородных проводников (или полупроводников), течет ток, если места спаев проводников имеют различные температуры. Такие термоэлектрические преобразователи устанавливались в каждую панель и на всех компонентах микроспутника Uniform-2 (рис. 3).

Рис. 3. Установка температурных датчиков на панели и на компоненты микроспутника Uniform-2

2. ПРОЦЕССЫ ТЕСТИРОВАНИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

В процессе этапов проектирования микроспутника заложены основы выборки испытательных комплексов для соответствующих тестов. Для этого используются верификационные методы, которые были использованы для проверки характеристик термо-вакуумной камеры для микроспутника, такие как, осмотр, тест (в том числе демонстрация), анализ (в том числе сходства) и обзор модели.

Эти методы описаны ниже:

- Осмотр: проверка должна состоять из визуального определения физических характеристик. Физические характеристики включают в себя: конструктивные особенности, аппаратное соответствие документу чертежа, физические условия, исходный код программного обеспечения, соответствующий стандартам кодирования.
- Тестирование: проверка с помощью методов тестирования должна состоять из измерения производительности аппаратуры и функциональности при моделируемых условиях.
- Анализ (в том числе сходства): проверка с помощью метода анализа должна состоять из выполнения теоретических или эмпирических методов оценки. Данные методы включают в себя: систематический, статистический и качественный дизайн, анализ компьютерной симуляций моделирования.

• Обзор дизайна: проверка по смотр-дизайнам должна состоять из данных с использованием утвержденных норм, доказывающих то, что требования однозначно удовлетворяются. Примером таких утвержденных данных являются проектные документы и отчеты, технические описания и инженерные чертежи.

Также данные требования применяются при выборе термодатчиков и других используемых компонентов. В основном термо-вакуумное тестирование основывается на данных, представленных в таблице 1 и таблице 2. Данные, полученные в ходе вакуумного тестирования, используются для верификации в таблице 1, а в таблице 2 - для верификации температурного тестирования.

Таблица 1. **Верификационные данные вакуумного тестирования**

№	Вакуумное тестирование		
	Тип тестирования	**Данные тестирования**	
1	Вакуумное тестирование	Уровень вакуума	$5*10^{-6}$ Па
2	Вакуумное тестирование с изменением температуры	Длительность	$5*10^{-6}$ Па в течение 2 суток

Таблица 2. **Верификационные методы температурного тестирования**

№	Температурное тестирование		
	Тип тестирования	**Данные тестирования**	
1	Температурное тестирование (нагревательные панели)	Температура	+0 до +40 ^{0}C
2	Температурное тестирование (охлаждение жидким азотом)	Температура	+40 до -5 ^{0}C
3	Температурная граница эксплуатации	Температура	± 11 ^{0}C

3. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Ниже приводятся графики, полученные авторами в результате проведенных испытаний.

А. Вакуумное тестирование

Результаты вакуумных тестирований приведены на рис. 5 и рис. 6

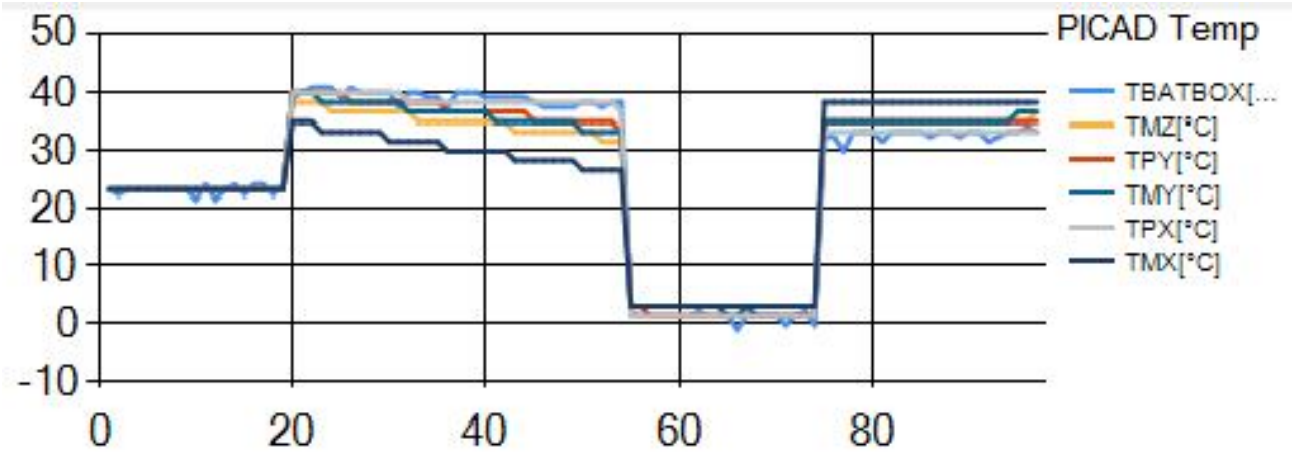


Рис. 5. Изменение температуры компонентов по времени в вакуумной среде

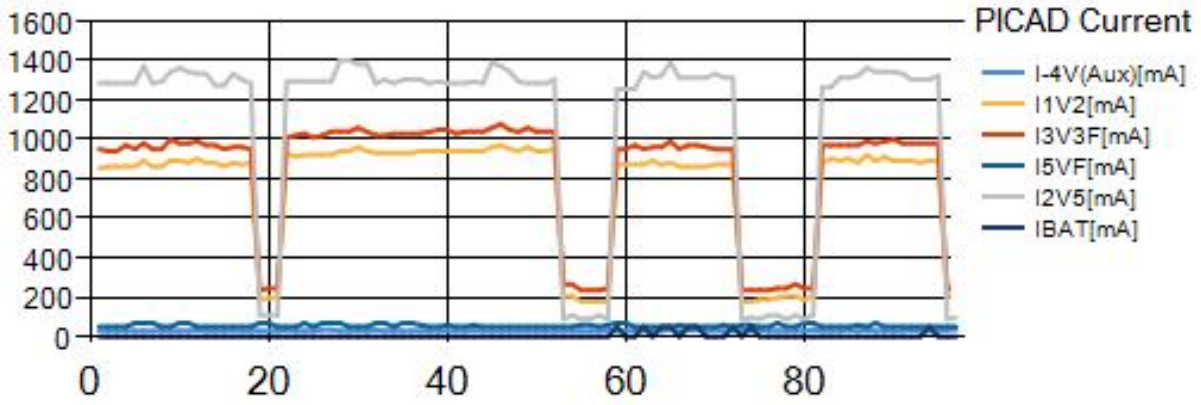


Рис. 6. Изменение тока по времени в вакуумной среде

Б. Температурное тестирование

Результаты температурного тестирования приведены на рис. 7-11.

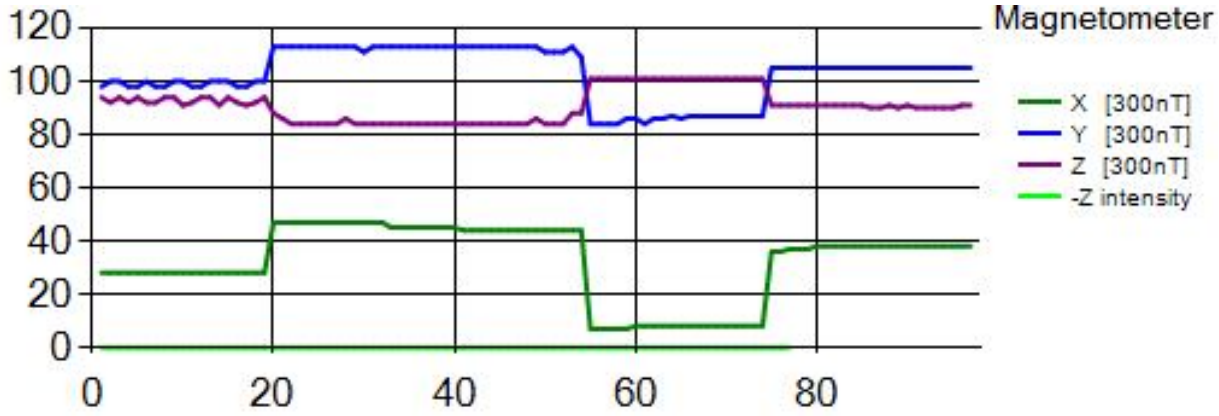


Рис. 7. Изменение температуры магнитного датчика от времени в 300 nT.

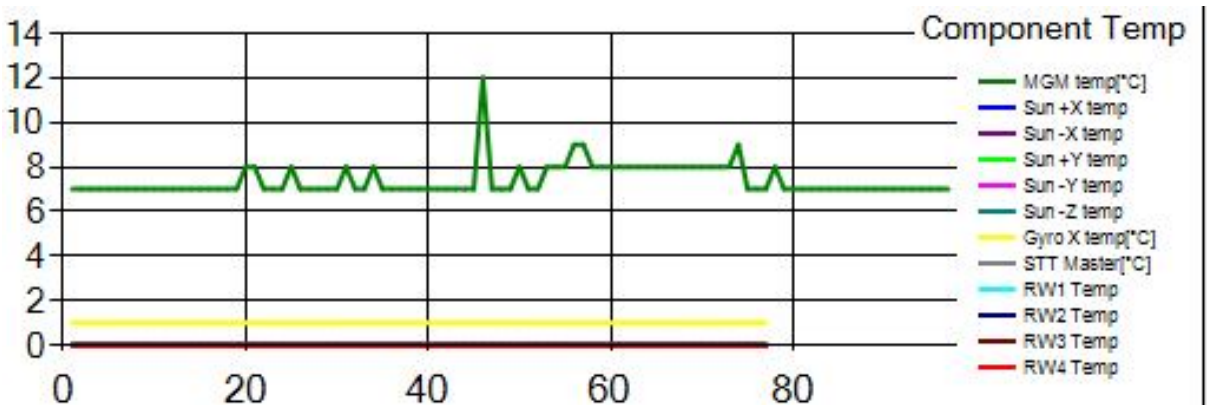


Рис.8. Зависимость температуры каждого компонента (панели, гироскоп, маховики, солнечный датчик, звездный датчик) от времени

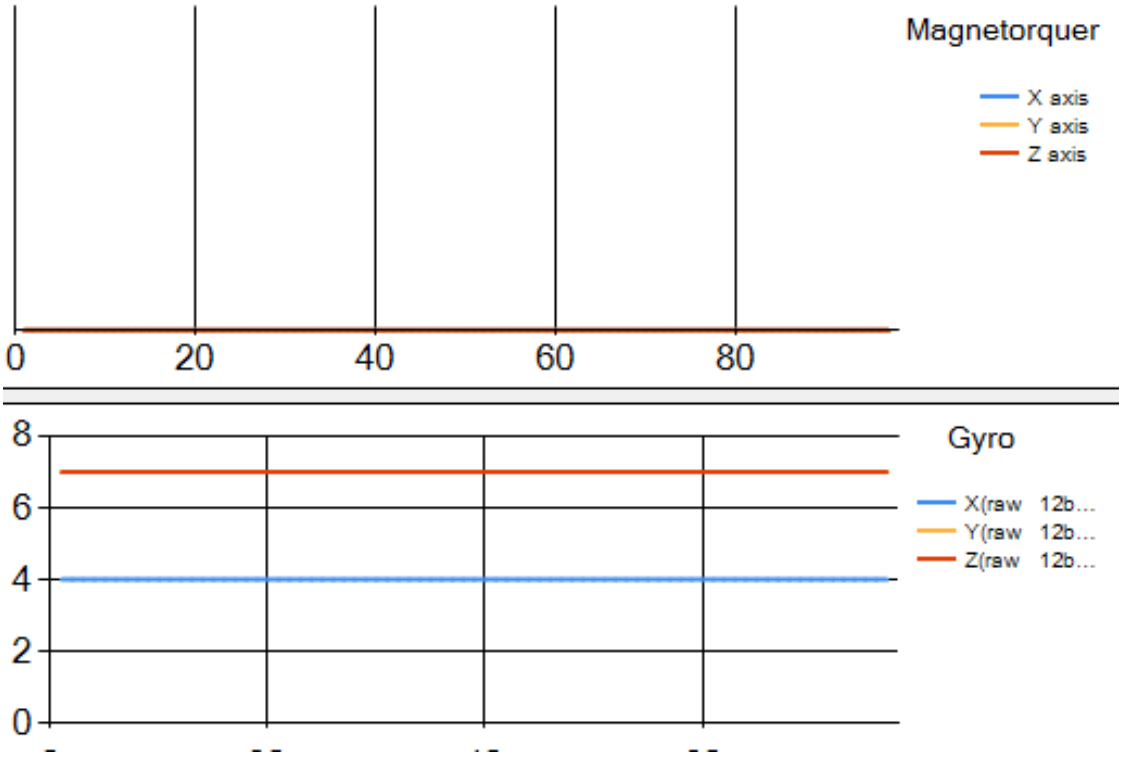


Рис.9. Зависимость температуры гироскопа и магнитометра от времени в трех осях

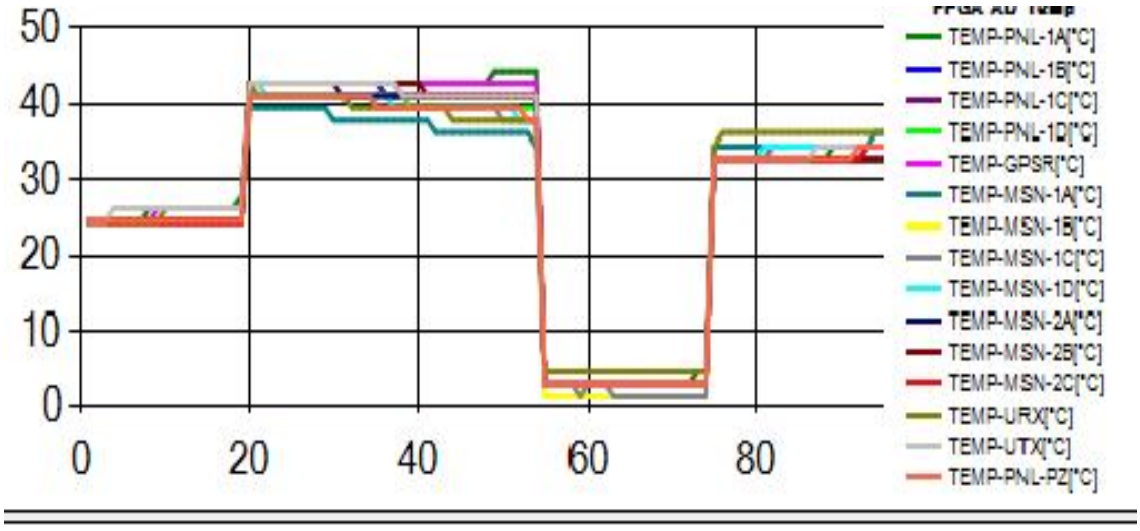


Рис.10. Зависимость температуры от времени FPGA

Графики, на которых описывается изменение температуры каждого компонента микроспутника Uniform-2 с течением времени, полученные в результате термо-вакуумных испытаний, вполне могут использоваться как руководство по испытаниям на термостойкость малых космических аппаратов и план тестирования. По ходу тестирования при повышении и понижении температуры в вакуумной камере не наблюдались какие либо физические или электрические изменения в самих компонентах данного микроспутника. Из графиков можно увидеть полные соответствия изменения (повышение и понижение) температур внутри камеры по времени. Температуры всех компонентов, на которых, были установлены температурные датчики, менялись синхронно, из чего следует корректная работа и полное функционирование всех подсистем микроспутника в результате проведения термо-вакуумных испытаний.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Японский микроспутник Uniform-2, предназначенный для дистанционного зондирования Земли, успешно завершил тяжелые двухнедельные испытания в термо-вакуумной камере, а также в вибрационной установке в Center of Nanosatellite Testing при Технологическом Институте Кюсю, Япония, открывая путь для остальных микроспутников данного проекта, а также для различных малых космических аппаратов, в том числе и первого студенческого наноспутника, разрабатываемого при КазНУ им. аль-Фараби.

ЛИТЕРАТУРА

1. National Historic Landmark summary listing. National Park, Service «Space Environment Simulation Laboratory, Chambers A and B. Retrieved 2008-06-25.

2. Rob Gutro (2013)."NASA Readies Famous "Chamber A" to Welcome the James Webb Space Telescope"

3. Michael A., McCullar. Thermal Vacuum Testing: Test Preparation, NASA Johnson Space Center.

4. A.H. Quintero, J.W. Welch, H. Wolf, “Perceptiveness of Thermal Vacuum Testing” 18th Aerospace Testing Seminar, Manhattan Beach, California, pp. 1- 6, March 1999.

5. M. Gibbel, “Thermal/Vacuum Versus Thermal Atmospheric Testing of Space Flight Electronic Assemblies,” NASA Conference Publication 3096, from the 16th Space Simulation conference, Albuquerque, New Mexico, November 5 – 8, 1990.

6. Industrial Communications Network Ltd., “International vacuum glossary – overview,” http://www.industrial-vacuum.net/glossary.htm, 2009.

7. Leng, E.W.L, Ismail, M. and Subari, M.D “Setting-up the Assembly”. Integration and Test Centre in Malaysia. Malaysia Space Centre, Nat. Space Agency of Malaysia (ANGKASA), Banting, Malaysia.,2009

8. Braig, A., Schaefer, T. and Pawlowski, P., 1988, “Lessons Learnt from Rosat Thermal Balance Test – A Combined Solar Simulation/Infrared Test”, Proceedings of the 3rd European Symposium on Space Thermal Control & Life Support Systems, Noordwijk, the Netherlands, 3-6 Oct., ESA-SP 288, pp. 443-448.

9. Nuss, H. E., 1987, “Space Simulation Facilities and Recent Experience in Satellite Thermal Testing”, Vacuum, Vol. 37, numbers 3/4, Printed in Great Britain, pp. 297 -302.

10. “Alternative to Solar Simulation – First Steps on L-SAT Thermal Model”, Proceedings of the International Symposium on Environmental and Thermal Systems for Space Vehicles, Toulouse, France, 4-7 Oct., ESA -SP 200, pp. 11-17

Мухамедгали А., Досжан Н.С., Шабдан Е.

Кіші ғарыш аппаратын термо-вакуумды камерада сынақтан өткізуге шолу

Түйіндеме: Термо-вакуумды сынақ кіші ғарыш аппаратына әсер ететін ғарыштық ортаны модельдеуге мүмкіндік береді. Бұл арқылы ғарыштық аппараттың миссиясының жетіктілігін немесе сәтсіздігін бақылап, анализдің және жобалаудың нақтылығын тексеруге мүмкіндік туады.

Кіші ғарыш аппараттарын жинау, құрастыру және жобалау барысында ғарыштық ортаның әсерін нақты бағалай білу қажет. Бұл мақалада термо-вакуумды сынақтан өткізу процесін және сол процесс барысында қолданылатын әртүрлі принциптер баяндалған. Мақаланың мақсаты әр түрлі оптималды және эффективті әдіс тәсілдер мен сынау процесстерін, Uniform-2 микро серігін тестілеу барысын негізге ала отырып, баяндау болып табылады.

Түйін сөздер: кіші ғарыш аппараты, термо-вакуумды сынақ, термо-вакуумды камера.

Mulhamedgali A., Doszhan N.S., Shabdan E.

Review of tests of small spacecraft in thermal vacuum chamber

Summary. Thermo-vacuum test in the simulation is the space environment, which will act on a small spacecraft, in order to determine its success or failure of the mission in this environment or to verify the accuracy of the analysis, design calculations of given small spacecraft.

During the implementation of the assembly and integration of small spacecraft should accurately assess the risk of exposure of the space environment. This article describes the various applicable principles during the testing in the thermal vacuum environment. The purpose of this article is to describe the methodology and process of testing to develop appropriate and effective methods and validation of calculations of mathematical model in simulated real conditions on the basis of tests of microsatellite Uniform-2.

Key words: small spacecraft, thermo-vacuum testing, thermal vacuum chamber.

УДК 531.3, 629.78

З.Б. Ракишева, Н.Б. Калиева
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан, nazgul.kalieva@gmail.com)

ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНОГО МАГНИТНОГО МОМЕНТА НА ДЕЙСТВИЕ РАЗЛИЧНЫХ МОДИФИКАЦИЙ АЛГОРИТМА B-DOT

Аннотация. Рассматривается движение космического аппарата в магнитном поле Земли. Исследуется влияние остаточного магнитного момента на действие алгоритмов демпфирования угловых скоростей космического аппарата, в частности «B-dot» управление, управление на основе гистерезисного контроллера и управление на основе следования за линиями магнитного тока, был проведен сравнительный анализ.

Ключевые слова: малый космический аппарат, магнитная система ориентации, электромагнитные исполнительные органы, магнитное поле Земли, алгоритмы системы ориентации.

Введение. В настоящее время в космической отрасли широко применяются малые космические аппараты (до 100 кг), что дает возможность решать различные научные и технологические задачи с наименьшими затратами, т.к. малые космические аппараты (КА) имеют сравнительно невысокую стоимость и короткие сроки разработки. Это является актуальным решением в проектировании КА в связи с тем, что современные технологии развиваются очень быстро и также быстро устаревают. Разработка и запуск таких аппаратов для развивающихся стран, в том числе и для Казахстана, позволяет создавать экономичные средства освоения космоса, приносящие экономический эффект и в сжатые сроки.

Как показывает практика уже запущенных КА, малые космические аппараты вполне могут заменить большие аппараты при решении задач детальной картографической съемки Земли с достаточным разрешением, могут решать задачи обнаружения пожаров, вести съемку зон стихийных бедствий, проводить экологический мониторинг, метеонаблюдения, также такие спутники предназначены для отработки новых технологий и проведения экспериментов в космосе.

Задача ориентации, т.е. обеспечение заданного углового положения КА, является одной из важнейших проблем, которую необходимо решать практически в течение всего полета большинства КА. Требуемое угловое положение относительно заданных ориентиров достигается поворотом вокруг центра масс, и сохранение этого положения является основой для нормального существования КА и выполнения им своей миссии. В связи с этим, разработка и совершенствование математических моделей и алгоритмов системы ориентации является одним из основных звеньев процесса проектирования КА и от надежности разработанной системы ориентации зависит успешное функционирование всех сегментов космической системы.

Постановка задачи и математическая модель. При моделировании движения космического аппарата были использованы следующие системы координат [1]: инерциальная система координат (ИСК) с началом в центре масс Земли, орбитальная система координат (ОСК) и связанная с КА система координат (ССК) начало которого помещено в центр масс КА, а оси совпадают с его главными осями инерции. Движение КА вокруг центра масс описывается динамическими уравнениями Эйлера и кинематическими уравнениями в кватернионах. В качестве параметров были выбраны кватернионы в связи с широким применением в численных расчетах, также кинематические уравнения в кватернионах являются линейными и не допускают особых положении тела, при которых кинематические уравнения вырождаются. Матрица перехода из ОСК в ССК имеет простую форму, так как компоненты матрицы состоят только из квадратичных членов кватернионов и норма кватерниона обеспечивает сохранение ортогональности [2].

$$C^{CCK/OCK} = \begin{bmatrix} q_0^2 - q_1^2 - q_2^2 + q_3^2 & 2(q_0q_1 - q_2q_3) & 2(q_0q_2 - q_1q_3) \\ 2(q_0q_1 - q_2q_3) & -q_0^2 + q_1^2 - q_2^2 + q_3^2 & 2(q_1q_2 - q_0q_3) \\ 2(q_0q_2 - q_1q_3) & 2(q_1q_2 - q_0q_3) & -q_0^2 - q_1^2 + q_2^2 + q_3^2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Кватернионы не имеют ясной физической интерпретации, поэтому начальные условия задаются в углах Эйлера, потом осуществляется переход в кватернионы:

$$\overline{q} = [q_0, q_1, q_2, q_3]$$

$$\overline{q} = \begin{bmatrix} \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right)\cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\cos\left(\frac{\psi}{2}\right) + \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)\sin\left(\frac{\psi}{2}\right) \\ \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)\cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\cos\left(\frac{\psi}{2}\right) - \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right)\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)\sin\left(\frac{\psi}{2}\right) \\ \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right)\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)\cos\left(\frac{\psi}{2}\right) + \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)\cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\sin\left(\frac{\psi}{2}\right) \\ \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right)\cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\sin\left(\frac{\psi}{2}\right) - \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)\cos\left(\frac{\psi}{2}\right) \end{bmatrix} \quad (2)$$

Для анализа полученных результатов выполняется обратный переход из кватернионов в углы Эйлера по следующим формулам:

$$\begin{aligned} \varphi &= \arctan\frac{2(q_0q_1 + q_2q_3)}{1 - 2(q_1^2 + q_3^2)} \\ \theta &= \arcsin(2(q_0q_2 + q_3q_1)) \\ \psi &= \arctan\frac{2(q_0q_3 + q_1q_2)}{1 - 2(q_2^2 + q_3^2)} \end{aligned} \quad (3)$$

Математическая модель движения описывается динамическими уравнениями Эйлера и замыкается кинематическими уравнениями в кватернионах [2]:

$$\dot{\overline{q}} = \frac{1}{2}\Omega q, \quad (4)$$

$$\Omega = \begin{bmatrix} 0 & \omega_z^O & -\omega_y^O & \omega_x^O \\ -\omega_z^O & 0 & \omega_x^O & \omega_y^O \\ \omega_y^O & -\omega_x^O & 0 & \omega_y^O \\ -\omega_x^O & -\omega_y^O & -\omega_z^O & 0 \end{bmatrix}.$$

Здесь $\overline{\omega}^O = \begin{bmatrix} \omega_x^O \\ \omega_y^O \\ \omega_z^O \end{bmatrix} = \overline{\omega}^b - C^{CCK/OCK}\overline{\omega}_0^O$, $\overline{\omega}_0^O = \begin{bmatrix} 0 \\ \omega_0^O \\ 0 \end{bmatrix}$, $\omega_0^O = \sqrt{\frac{\mu_\oplus}{a^3}}$,

где $\overline{\omega}^O$ - вектор угловой скорости в ССК относительно ОСК, $\overline{\omega}^b$ - вектор угловой скорости в ССК относительно ИСК, $\overline{\omega}_0^O$ - орбитальная скорость КА относительно ИСК, $\mu_\oplus$ - гравитационная постоянная Земли, a - большая полуось орбиты КА.

Динамические уравнения Эйлера имеют следующий вид:

$$I\overline{\omega}^b + \overline{\omega}^b \times (I\overline{\omega}^b) = \overline{M}_{grav} + \overline{M}_a + \overline{M}_{res}. \quad (5)$$

Правая часть уравнения (5) состоит из суммы гравитационного момента, момента электромагнитных исполнительных органов и остаточного магнитного момента. Для КА с диагональной матрицей моментов инерции гравитационный момент имеет следующий вид [3]:

$$\overline{M}_{grav} = \begin{bmatrix} (I_z - I_y)a_{23}a_{33} \\ -(I_z - I_x)a_{13}a_{33} \\ -(I_x - I_y)a_{13}a_{23} \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Магнитный момент, возникающий в результате взаимодействия электромагнитных исполнительных органов и магнитного поля Земли, имеет вид [4]:

$$\overline{M}_a = \overline{m} \times \overline{B}\,, \tag{7}$$

где $\overline{m}$ и $\overline{B}$ соответственно магнитный момент электромагнитного исполнительного органа (ЭМИО) и вектор магнитной индукции геомагнитного поля.

Инженерами замечено, что на движение КА значительное возмущающее действие оказывает остаточный магнитный момент. При выключении ЭМИО управляющий магнитный момент не исчезает полностью и с течением времени накапливается, вследствие чего возникает остаточный магнитный момент. Исследование влияния этого момента имеет большое значение особенно для малых КА на низких орбитах [5]-[6]. Величина остаточного магнитного момента определяется аналогично предыдущему моменту:

$$\overline{M}_{res} = \overline{m}_{res} \times \overline{B}\,, \tag{8}$$

где $\overline{m}_{res}$ - остаточный магнитный момент КА.

В данной работе геомагнитное поле моделируется прямым диполем, что оказывается допустимым для исследуемых орбит [7]. Орбитальный период рассматриваемых КА существенно меньше по сравнению с периодом вращения Земли вокруг своей оси, и собственное вращение Земли можно рассматривать как медленно меняющийся параметр. В этом случае вектор индукции геомагнитного поля принимает следующий вид:

$$\overline{B} = \frac{\mu_m}{a^3}\begin{bmatrix} \cos(\omega_0 t)\sin i_m \\ -\cos i_m \\ 2\sin(\omega_0 t)\sin i_m \end{bmatrix},$$

где, i_m - наклонность орбиты КА относительно магнитного экватора, a - большая полуось орбиты и μ_m - напряженность магнитного поля ($\mu_m = 7.9\times10^{15}\,Вб\cdot м$).

В работе было исследовано влияние остаточного момента при реализации трех алгоритмов стабилизации КА.

«B-dot» управление. «B-dot» управление является одним из часто применяемых алгоритмов для стабилизации КА электромагнитными исполнительными органами. ЭМИО, расположенный вдоль одной оси, демпфирует угловую скорость по двум перпендикулярным к нему осям одновременно [8]:

$$M_i = -K_d \dot{B}_i\,, \tag{9}$$

где, K_d - коэффициент управления, положительное число и B_i - компонент вектора магнитного поля в связанной системе координат космического аппарата. На практике $\dot{B}_i$ представляют в виде следующей аппроксимации:

$$\dot{B}_{i,k} \approx \frac{B_{i,k} - B_{i,k-1}}{\Delta t}\,. \tag{10}$$

«B-dot bang-bang» управление. В качестве альтернативы пропорционального контроллера «B-dot» можно использовать гистерезисный контроллер, т.е. «B-dot bang-bang» управление, который является оптимальным управлением по времени. В случае использования гистерезисного контроллера для управления ЭМИО, используется только максимальная величина момента [9]:

$$\overrightarrow{M_x} = -M_{\max} sign(\dot{\vec{B}}_x) = \begin{cases} M_{\max} \ при \quad \dot{\vec{B}}_x < 0, \\ -M_{\max} \ при \quad \dot{\vec{B}}_x > 0, \end{cases}$$

и аналогично

$$\overrightarrow{M_y} = -M_{\max} sign(\dot{\vec{B}}_y) = \begin{cases} M_{\max} \ при \quad \dot{\vec{B}}_y < 0, \\ -M_{\max} \ при \quad \dot{\vec{B}}_y > 0, \end{cases} \qquad (11)$$

где $M_{\max}$ - максимальное значение магнитного момента ЭМИО.

«Follow B-field» управление. Следование за линиями магнитного поля – вдоль одной оси устанавливается постоянный магнит, а по двум остальным работает схема управления *«B-dot bang-bang»* [9]:

$$\overrightarrow{M} = M_{\max} \begin{pmatrix} -sign(\dot{B}_x) \\ -sign(\dot{B}_y) \\ \frac{1}{2} \end{pmatrix} \qquad (12)$$

Результаты численных расчетов. На основе вышеприведенных алгоритмов проведено численное моделирование задачи управления угловым положением космического аппарата в среде Simulink/Matlab. Результаты численного моделирования приведены на рисунках 1-3. При проведении численных расчетов были использованы следующие значения моментов инерции и остаточного магнитного момента $\mathbf{I} = [0.0505\ 0.0505\ 0.0109]$ $(кгм^2)$, $\overline{m}_{res} = [0.001\ 0.001\ 0.001]$ $(A \cdot м^2)$. Высота орбиты КА 600 км, период одного витка орбиты 6024 с.

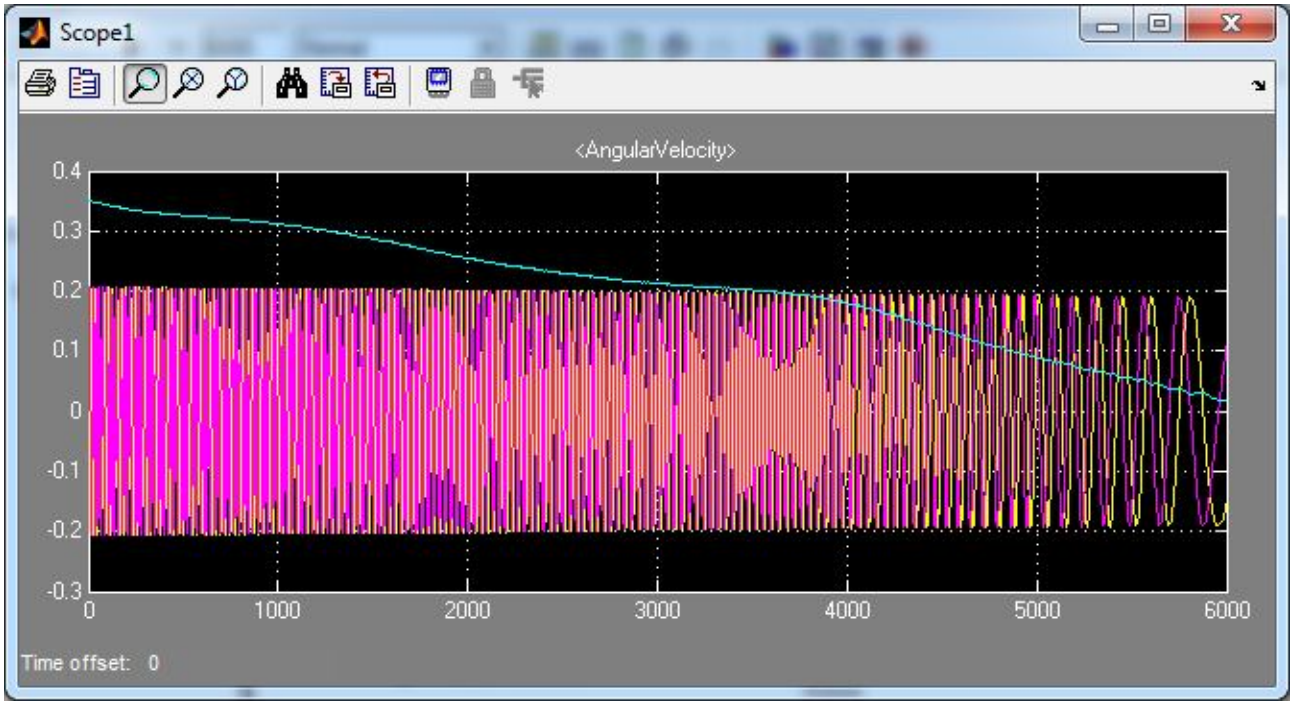


Рис.1. Изменение угловой скорости КА в результате применения «B-dot» управление.

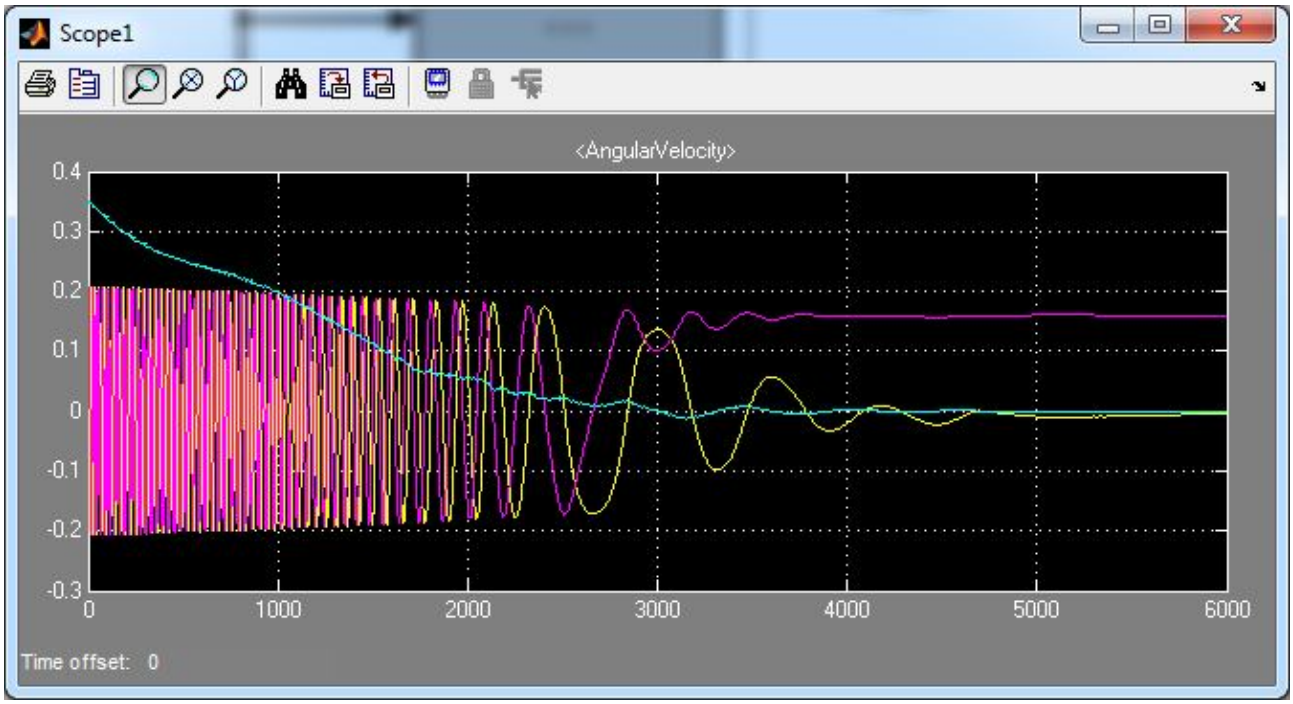


Рис. 2. Изменение угловой скорости КА в результате применения «B-dot bang-bang» управление.

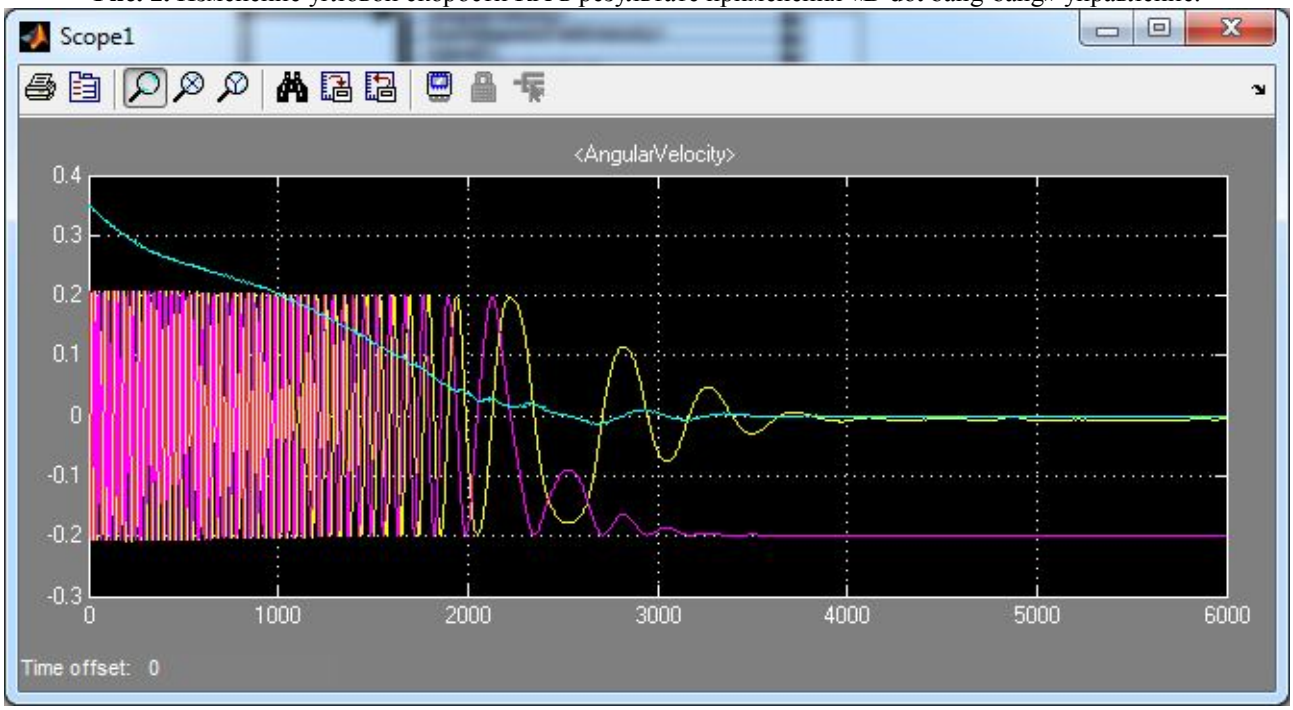


Рис. 3. Изменение угловой скорости КА в результате применения «Follow B-field» управление

Как видно из рисунков, происходит стабилизация двух компонентов вектора угловой скорости космического аппарата вокруг нуля, третий компонент вектора стабилизируется вокруг другого значения. Из трех алгоритмов «Follow B-field» управление является более эффективным и стабилизация угловой скорости происходит менее чем за виток по орбите, что при заданных параметрах ЭМИО является приемлемым результатом.

Заключение. В данной работе были рассмотрены три алгоритма демпфирования угловых скоростей космического аппарата с применением ЭМИО - «B-dot» управление, управление на основе гистерезисного контроллера и управление на основе следования за линиями магнитного тока. Проведен сравнительный анализ полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tisa P., Vergez P. Performance Analysis of Control Algorithms for FalconSat-3// Proceedings of the 16th AAS/AIAA Space Flight Mechanics Conference.-January 2006.

2. Бранец В.Н., Шмыглевский И.П.. Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела. – М.: Наука, 1973. – 319с.

3. Белецкий В.В. Движение спутника относительно центра масс в гравитационном поле. – М: Издательство МГУ, 1975. – 308 с.

4. James R. Wertz. Attitude determination and control. - Kluwer academic publishers, Dordrecht/Boston/London 1990, ISBN - 90-277- 0959 - 9 - 882 p.

5. Corno M., Lovera M. Spacecraft attitude dynamics and control in the presence of large magnetic residuals // Proceedings of the 17th World Congress The International Federation of Automatic Control.-2008.-P.14054-14059

6. Inamori T., Sako N., Nakasuka S. Compensation of time-variable magnetic moments for a recise attitude control in nano- and micro-satellite missions // Advances in Space Research.-2011.-№48.-P. 432-440

7. Kristin L. Makovec. A Nonlinear Magnetic Controller for Three-Axis Stability of Nanosatellites. / Kristin L. Makovec - Thesis for master degree in aerospace engineering. Virginia Polytechnic Institute and State University. July 2001. – Blacksburg, Virginia, 2001 - 126 p.

8. Jens Gisselman. Development of an active magnetic attitude determination and control system for picosatellites of highly inclined circular low Earth orbits [Текст] / Jens Gisselman - Thesis for master degree in engineering. RMIT University. June 2006. – Melbourne, Australia, 2006 - 191 p.

9. Flatly, Morgenstern, Reth, and Bauer. A B-Dot Acquisition Controller for the RADARSAT Spacecraft. Goddard Space Flight Center, 1997.

REFERENCES

1. Tisa P., Vergez P. Performance Analysis of Control Algorithms for FalconSat-3// Proceedings of the 16th AAS/AIAA Space Flight Mechanics Conference.-January 2006.

2. Branets V.N., Shmyglevskiy I.P.. Primenenie kvaternionov v zadachah orientatsiy tverdogo tela. – M.: Nauka, 1973. – 319 s.

3. Beletskiy V.V. Dvizhenie sputnika otnositelno tsentra mass v gravitatsionnom pole. – M: Izdatelstvo MGU, 1975. – 308 s.

4. James R. Wertz. Attitude determination and control. - Kluwer academic publishers, Dordrecht/Boston/London 1990, ISBN - 90-277- 0959 - 9 - 882 p.

5. Corno M., Lovera M. Spacecraft attitude dynamics and control in the presence of large magnetic residuals // Proceedings of the 17th World Congress The International Federation of Automatic Control.-2008.-P.14054-14059

6. Inamori T., Sako N., Nakasuka S. Compensation of time-variable magnetic moments for a recise attitude control in nano- and micro-satellite missions // Advances in Space Research.-2011.-№48.-P. 432-440

7. Kristin L. Makovec. A Nonlinear Magnetic Controller for Three-Axis Stability of Nanosatellites. / Kristin L. Makovec - Thesis for master degree in aerospace engineering. Virginia Polytechnic Institute and State University. July 2001. – Blacksburg, Virginia, 2001 - 126 p.

8. Jens Gisselman. Development of an active magnetic attitude determination and control system for picosatellites of highly inclined circular low Earth orbits [Текст] / Jens Gisselman - Thesis for master degree in engineering. RMIT University. June 2006. – Melbourne, Australia, 2006 - 191 p.

9. Flatly, Morgenstern, Reth, and Bauer. A B-Dot Acquisition Controller for the RADARSAT Spacecraft. Goddard Space Flight Center, 1997.

Ракишева З.Б., Калиева Н.Б.

B-DOT алгоритмінің әртүрлі модификациясының әсеріне қалдық магниттік моменттің әсері

Түйіндеме. Бұл мақалада Жердің магнит өрісіндегі ғарыш аппаратының қозғалысы қарастырылған. Қалдық магниттік моменттің ғарыштық аппаратың бұрыштық жылдамдығын демпферлеу алгоритмдерінің әсеріне ықпалы зерттелінген, жекелей алғанда: «B-dot» басқару, гистерезис контроллеріне негізделген басқару, магниттік ток сызықтарын бойлауға негізделген басқару. Салыстырмалы талдау жүргізілді.

Түйін сөздер: кіші ғарыш аппараты, магниттік бағдарлау жүйесі, электромагниттік атқарушы орган, Жердің магнит өрісі, бағдарлану жүйесі.

Rakisheva Z.B., Kaliyeva N.B.

Influence of residual magnetic moment on the the action of various B-DOT algorithm modifications

Summary. In this article the motion of the spacecraft in the Earth's magnetic field is considered. The influence of the residual magnetic moment on the damping of spacecraft's angular velocity algorithms were researched, in particular «B-dot» control, «B-dot bang-bang» control and «Follow B-field» control, comparative analysis was conducted.

Key words: small spacecraft, magnetic orientation system, electromagnetic actuators, Earth's magnetic field, attitude control algorithms.

УДК 004.421.6

М.У. Кутыбаев
(Международный университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан, mansur165@gmail.com)

АЛГОРИТМ АХО-КОРАСИК НАД БОЛЬШИМ АЛФАВИТОМ

Аннотация. В данной статье представлен алгоритм построения полного автомата Ахо-Корасик над алфавитом размера Alpha, обеспечивающий несколько большее время построения - O(N log log Alpha), но существенно лучшее время обработки текста O(M log log Alpha + c).

Ключевые слова: Поиск строки, алгоритм Ахо-Корасик, бор, суффиксная ссылка, персистентный массив.

Введение. Задача точного поиска множества паттернов в тексте, определена как нахождение всех вхождений в текст T, длины M, множества паттернов P = {P_1, P_2, ... , P_p}, суммарной длины N. Для этого можно использовать автомат Ахо-Корасик, время построения которого по алгоритму, описанному в работе [2] O(N * log Alpha), и занимающее O(N) памяти. Поиск всех паттернов в тексте занимает время O(M log Alpha + c), где c - это суммарное количество вхождений паттернов в текст T. Алгоритм хорошо применим в задачах с большим, фиксированным количеством паттернов и различными текстами, в которых нужно производить поиск. Этот алгоритм подробно описан в секции 2.

Основой предложенного алгоритма является выявленное свойство применимости задачи поддерживания версий массива для построения и использования автомата Ахо-Корасик. Решением такой задачи является полностью персистентный массив.

На сегодняшний день лучший алгоритм полностью персистентного массива был предложен Диетзом в 1989 году [3]. Этот алгоритм позволяет поддерживать версии массива за время O(log log S) на просмотр, изменение и памяти O(S), где S - размер поддерживаемого массива. Данный алгоритм хорошо применим для задач с работой и поддерживанием всех версий массивов. Доказана ассимптотическая оптимальность этого алгоритма [4]. Подробнее алгоритм также описан в секции 2.

Статья организована следующим образом: в секции 2.1 описывается автомат Ахо-Корасик, в секции 2.2 описывается алгоритм поддержания персистеного массива Диетза. В секции 3 описывается предложенный нами алгоритм. В секции 4 подводится итог статьи. Заключением суммируются результаты и выполняются сравнения предложенного алгоритма с аналогами.

1. Определение основных понятий

Алгоритм Ахо-Корасик строит бор, затем используя этот бор, строит автомат. Бор (англ. trie) или префиксное дерево (другие названия: ребро [5], нагруженное дерево [6] - структура данных, позволяющая хранить ассоциативный массив. В нашем случае - это дерево с корнем в некоторой вершине, каждое ребро которого подписано буквой допустимого алфавита. Ребра, исходящие из вершины дерева, помечены различными буквами. Всем путям, выходящим из корня бора, соответствует некоторая строка. Каждой вершине бора соответствует строка - префикс одного или более набора паттернов. На рис. 1 представлен бор для набора паттернов {“АБ”, “Б”, “ДД”, “ДР”, “Д”}.

Для построения автомата необходимо найти переходы для вершин по буквам, которые не содержат исходящие из этой вершины ребра. Например, если необходимо получить переход автомата, описывающий обработку строки АД. Видно, что в боре на рис. 1 из вершины А не ведет дуга помеченная символом Д. Следовательно нужно вернуться к родительской вершине или корню для нахождения ребра Д.

Введем понятие суффиксной ссылки - это вершина, отличная от текущей, которой соответствует самый длинный суффикс строки текущей вершины. На рис. 1 эти ссылки обозначены пунктирными стрелками. Например для вершины А суффиксной ссылкой является корень бора. При отсутствии ребра по некоторой букве необходимо двигаться по суффиксным ссылкам, пока не найдется вершина, из которой ведет такое ребро. Если такого ребра нет, перейти в корень бора.

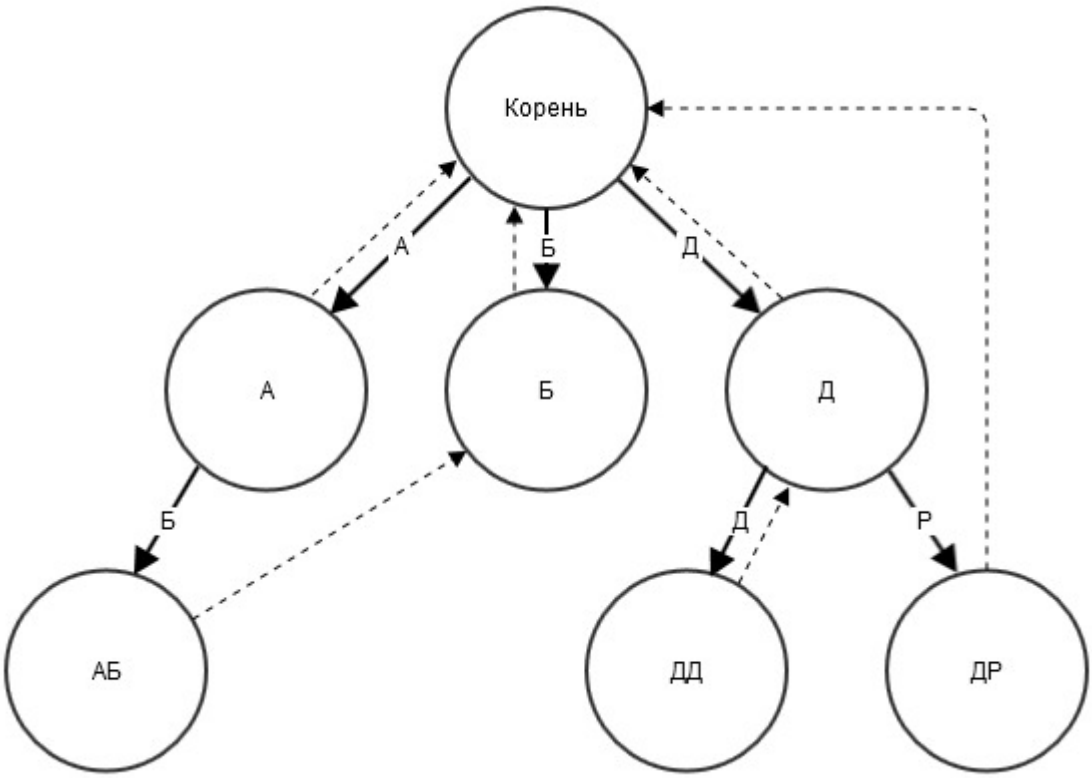


Рис.1. Бор.

Существует как минимум два варианта использования автомата Ахо-Корасик. В первом случае, в каждом состоянии автомата сохранить переходы по всем буквам алфавита. Тогда автомату для хранения переходов потребуется объем памяти пропорциональный O(N Alpha), при этом переходы в автомате будут происходить за время O(1). При достаточно большом алфавите этот способ становится затратным. Препроцессинг потребует O(N Alpha) времени и памяти. Однако этот способ является безусловно самым выгодным в случаях с небольшим размером алфавита.

Второй подход заключается в хранении в автомате лишь тех переходов, которые существуют в боре, используя сбалансированное дерево поиска, для того, чтобы производить поиск буквы алфавита, и при наличии получать номер состояния, куда необходимо переходить. Это требует O(N) памяти, но при этом переходы в таком дереве происходят за время O(log Alpha), а переходы в автомате происходят примитивно, то есть при отсутствии перехода из данного состояния, мы производим переходы по суффиксным ссылкам, до тех пор пока такой переход не найден. Некоторые переходы в автомате будут происходить за время порядка O(N), но если обработать текст длиной M с помощью такого автомата, то в сумме выполнено O(M) переходов. Таким образом, второй метод хорошо применим в случаях с большим размером алфавита, но не эффективен в случаях поиска перехода из случайных вершин бора по произвольным буквам алфавита. Такие переходы в худшем случае будут требовать O(N) времени.

2. Полностью персистентный массив

Полностью персистентная структура позволяет хранить все версии структуры, позволяя просматривать значения всех версий структуры, а также изменять их, создавая новые версии. Персистентный массив - это структура, позволяющая выполнять следующие операции: Просмотр(A, i) - возвращает i-ый элемент массива A, Изменение(A, i, x) - возвращает новую версию массива A, с изменением i-го элемента на значение x. В 1989 году Диетзом [3] был предложен полностью персистентный массив. Все операции просмотра и обновления занимают O(log log q) времени и O(q) времени. Алгоритм полностью основывается на использовании быстрой структуры данных - дерева Вам Эмде Боаса [7]. Эта структура позволяет вносить новый элемент, удалять элемент, а также производить поиск некоторого элемента, не меньше заданного, за время O(log log U), где U – максимальное значение элемента, поддерживаемое в структуре.

3. Предложенный алгоритм

Рассмотрим переходы в автомате Ахо-Корасик. Переходы для некоторого состояния получаются следующим образом: если такое ребро есть в боре, то это и есть необходимый переход в автомате. Иначе этот переход необходимо получить, делая переходы по суффиксным ссылкам до тех пор, пока не найдется состояние, в котором существует переход по этой букве в боре. В случаях, когда состояние суффиксной ссылки содержит переход по данной букве в боре, то это и есть необходимый переход, иначе переход в автомате для нашего состояния и состояние, получаемое переходом по суффиксной ссылке по этой букве, совпадают. Рассмотрим рис. 2. В нем вершины бора пронумерованы латинскими буквами, в то время как буквы нашего алфавита пронумерованы цифрами от 1 до 5. Видно, что из вершины A ведут ребра помеченные номерами 1,4,5, которые в автомате соответствуют переходам вершинам C, D и E. В тоже время ребра из вершины A, помеченные номерами 2 и 3 в боре отсутствуют. Следовательно, их можно получить вернувшись по суффиксной ссылке к вершине B. В данном случае это будут переходы к вершинам G и H.

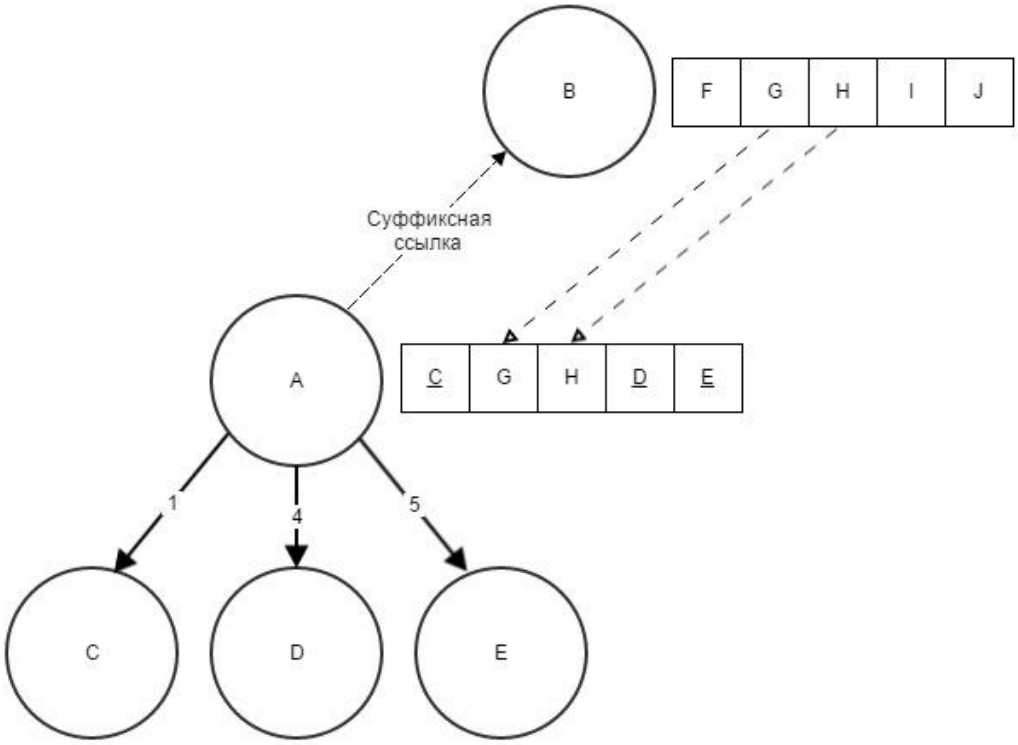


Рис. 2. Применимость персистентного массива.

Переходы автомата для любой вершины можно получить, скопировав все переходы, соответствующие вершине, получаемой по суффиксной ссылке, и обновив затем это множество с учетом ребер рассматриваемой вершины. Например, для вершины A копируются переходы, соответствующие вершине B (F G H I J). Затем необходимо обновить переходы, соответствующие ребрам бора имеющимся для вершины A. На рис.2 это будут ребра 1,4, 5. Тогда окончательный набор состояний автомата для вершины A будет C G H D E.

Вместо копирования всего массива, можно обновить необходимые ячейки, поддерживая все версии, как это реализуется в персистентном массиве. Соединив это с алгоритмом Диетза, получим, что время на обновление набора переходов для любой вершины пропорционально O(log log Alpha) и затраты на память O(N + Alpha). При этом, любой переход в автомате будет выполняться за время O(log log Alpha).

ЛИТЕРАТУРА

1. Aho, A.V. and M.J. Corasick. Efficient string matching. Comm. ACM, 18(6):333–340, 1975.

2. Shiri Dori and Gad M. Landau. Construction of Aho Corasick Automaton in Linear Time for Integer Alphabets.

3. P. F. Dietz. Fully persistent arrays (extended abstract). In WADS ’89: Proceedings of the Workshop on Algorithms and Data Structures, pages 67–74, London, UK, 1989. Springer-Verlag.

4. Milan Straka. Optimal worst-case fully persistent arrays.
5. Д. Э. Кнут: Искусство Программирования. Том 3. Сортировка и Поиск — М.:«Вильямс», 2007. — С. 824. — ISBN 0-201-89685-0
6. А.В. Ахо, Д.Э.Хопкрофт, Д.Д.Ульман: Структуры данных и алгоритмы, М: Вильямс, 400 с. ISBN 978-5-8459-1610-5
7. P. van Emde Boas. Preserving order in a forest in less than logarithmic time and linear space. Info. Proc. Lett., 6(3):80-82, June 1977.

REFERENCES

1. Aho, A.V. and M.J. Corasick. Efficient string matching. Comm. ACM, 18(6):333–340, 1975.
2. Shiri Dori and Gad M. Landau. Construction of Aho Corasick Automaton in Linear Time for Integer Alphabets.
3. P. F. Dietz. Fully persistent arrays (extended abstract). In WADS '89: Proceedings of the Workshop on Algorithms and Data Structures, pages 67–74, London, UK, 1989. Springer-Verlag.

4. Milan Straka. Optimal worst-case fully persistent arrays.
5. D. E. Knuth: The Art of Computer Programming. Vol 3. Sorting and Searching — Addison-Wesley, 1968. ISBN 0-201-03801-3
6. A. V. Aho, J. E. Hopcroft, J. D. Ullman: Data structures and algorithms, Addison-Wesley, ISBN 978-0201000238
7. P. van Emde Boas. Preserving order in a forest in less than logarithmic time and linear space. Info. Proc. Lett., 6(3):80-82, June 1977.

Кутыбаев М.У.

Үлкен әліппе үстіндегі Ахо-Корасик алгоритмі

Түйіндеме. Ұсынылып отырған мақалада Ахо-Корасик автоматының тиімді түрде құру, сақтау және қолдану алгоритмі мазмұндалған.

Кілттік сөздер: Жолдар издеу, Ахо-Корасик алгоритмі, бор, суффиксті сілтеме, персистентті ауқым.

Kutybayev M. U.

Aho-Corasick algorithm over big alphabet

Summary In this paper described effective algorithm for constructing and processing Aho-Corasick automaton over big alphabet with persistent array.

Key words: String search, Aho-Corasick algorithm, trie, suffix link, persistent array

УДК 004.434

М.Ж. Болысханова, Л.Ш. Черикбаева, А.Ж. Бурлибаев, Ж. Е. Темірбекова
(Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазахстан Республикасы
madina_rusia@mail.ru)

ВЕБ БАҒДАРЛАМАЛАУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН XML-де БАЙЛАНЫСЫТЫРУ

Аңдатпа. Қазіргі таңда Қазақстанда электронды бизнес жүйесі даму үстінде. Веб технологиясы даму үрдісі өте жылдам дамуда, негізгі ұғымдар мен құжаттар құру ережелерін және веб сайттың құру негіздерін оқыту университетімізде жүзеге асырылуда. Студенттерде веб бағдарламалау ортасында жұмыс жасау дағдысын қалыптастыру, веб қосымша құра білуге және бағдарламалау орталарына тез ілесуге дағдылануда. Бұл мақала мақсаты веб бағдарламалауда технологияларды байланыстыра отырып оқытудың келесі есептерін сипаттайды.

Кілттік сөздер: құжат, веб-сайт, веб-қосымша,тілдер.

Студенттер XML технологияларын, DTD, Xpath, XSL, XSD, DOM, XSLT тілдерін сонымен бірге, қазіргі веб-сайттың дамуына HTML 5, XHTML, XSL SVG, Docbook тілдерін оқиды, басқа да тақырыптар қамтылады, мысалы XML және CSS, JavaScript, DOM тілдер байланысы, құрылымы мен XML-дің Web 2.0-дегі рөлін көрсететін ашық бастапқы код, деректерді жеткізу және оларды веб-қызмет арқылы іске асыру. Осы технологияларды қолдану арқылы студенттер веб-сайттар және веб-қосымшаларды құрады. Бұл веб қосымшалар желіге қосылаған мобильді құрылғыларға, қалта

компьютерлеріне және де компьютерлерге арналып жазылады. Веб-сайттар мен веб-қосымша құратын студенттер белгілеу тілдерін білу және веб-парақтарды және веб-қосымшаларды безендіру талаптарын, веб- қосымшаларды құру этаптары, тұтынушы технологиялары және деректер қоры негіздерінен білімі болуы тиіс. Сонымен бірге, веб-парақтар және веб-сайттар құру кезінде енгізетін деректердің мазмұны және ақпараттық растығы, параққа қоятын материалдарды ешқандай құрылғыға немесе операциялық жүйеге тауелсіз жұмыс жасауын қарастыру арқылы жасау.

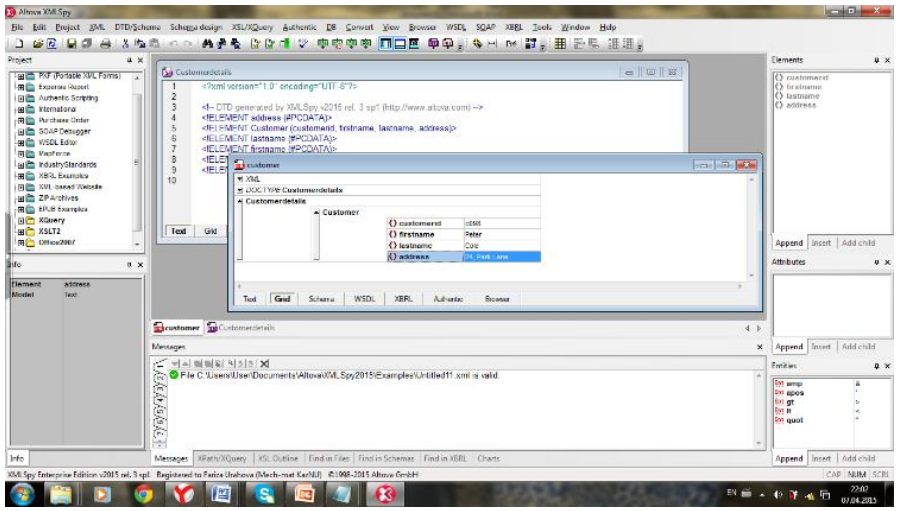
Қазіргі заманғы интернет технологиялары дамуы шексіз жылдамдық пен жүзеге асуда. Осы технологиялар қолданыстағы қалта компьютерлері, планшеттер және смартфондарға арнылып жасалатын веб қосымшаларға қолданылады. Мақалада осы технологияларды бір анализаторға жинап оларды бір ортада байланыстырып жұмыс жасайтын мета тіл XML технологиясы жайында айтамыз. Жоғарыда аталған веб технологиялар барлығы өз стандарттары және арнайы қабылданған спецификация бар, сол арқылы ортақ технологияда іске қосылады. Студенттер бұл технологияларды бір ортаға XML технологиясына жинауға болады. Себебі, HTML технолгиясы арнайы тегтер арқылы жұмыс жасаса, ол құрылған құжаттың безендірілуі жеке CSS тілінде құрылады, құрылған құжат файлы бастапқы HTML құжатында сілтеу арқылы іске қосылады. Енді осы құрылған құжатты веб-қосымшаға айналдыру үшін біз сценарийлер тілі JavaScript қосамыз. Арнайы жұмыс жасайтын батырмаларға арналып жазылатын сценарий кодын тағы да HTML құжат денесіне енгіземіз. Сонында бір веб қосымша немесе веб-сайттар құрылады. Ал, енді осы 3 технологияны бір ортаға шақырып оларды іске қосуғада болады оған біз осы технологияларды түсіндіруге арналған мета тіл XML технологиясын қолданамыз. Дәл осы технология біздің жұмысымызді жеңілдетеді. Бір мезетте құрылған құжатта кеткен қателіктер, ол құжат құрылымын арнайы кестеден және соңғы натижесін осы технология броузерінде көреміз.

Жоғарыда аталғандай XML технологиясы DTD, Xpath, XSL, XSD, DOM, XSLT HTML 5, XHTML, XSL, SVG, Docbook, CSS, JavaScript, DOM тілдер байланыстырады сол арқылы өте күшті корпоративті веб-қосымшалар немесе смартфон, планшеттерге арналған веб-сайттар және веб-қосымшалар құруға мімкіндік береді. Бұл технологияларды байланысытыру арқылы біз жұмысымыз жеңілдейді, себебі барлық құжат Altova XML Spy оратасында құрылып, құжатты сипаттап, қатесін түзетіп және қорытынды құжатты яғни, веб қосымшаны көрсетеді.

Біз электронды бизнеске арналған веб қосымша құратын болсақ онда құжаттың басқы парағы XML-де, құжаттың элементтернің типтері DTD-да құрылады. Құрылған құжат бойынша келешек веб-қосымшаға тиісті деректер қорына арнап схемалар құжатын құрамыз ол XSD тілі арқылы іске қосылады. Құрылған веб-қосымшада деректер қорына сұраныстар жазып, жалпы құжат құрылымына өзгеріс енгізуге жауапты XSLT, XSL, Xquery тілдері қолданылады. Деректер қорын My SQL, Oracle, DB деректер қорын парсерлеу оте оңай іске асады.

Жалпы айтқанда веб-қосымшаға керекті деректер қоры, қосымша құрылымы, схемасы, деректер типі дұрыстығы, құжаттардағы сұраныстар және тағы басқа әрекеттерді XML бір өзі парсерлейді. Енді практикалық түрде көрсету. Келесі код XML- құжатының үзіндісі *customer.xml* XML- кодтың бөлігі болып табылады. Осы XML- кодта CyberShoppe дүкенінің алушылары туралы ақпарат берілген: алушының (customer ID) ID сақталады, аты (first name), фамилиясы (last name) және мекенжай (address). Осы кодты тенгізуі арқылы, құжаттағы деректер типін анықтайтын құжат құрылған. Екі құжатты бірдей парсерлеген XML технологиясы. Төменде 1-суретте.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPECustomerdetails SYSTEM
"C:\Users\User\Documents\Altova\XMLSpy2015\Examples\Customerdetails.dtd">
<Customerdetails>
<Customer>
<customerid>c098</customerid>
<firstname>Peter</firstname>
<lastname>Cole</lastname>
<address>24, Park Lane</address>
</Customer>
</Customerdetails>
```



1-сурет

XML-құжат:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPEStudentdetails SYSTEM
"C:\Users\User\Documents\Altova\XMLSpy2015\Examples\Studentdetails.dtd">
<Studentdetails>
<Student>
<Firstname>Peter</Firstname>
<Lastname>Cole</Lastname>
<DateOfBirth>12/07/1974</DateOfBirth>
<Sem1Mark>89</Sem1Mark>
<Sem2Mark>96</Sem2Mark>
</Student>
</Studentdetails>
```

DTD-құжат:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!-- DTD generated by XMLSpy v2015 rel. 3 sp1 (http://www.altova.com) -->
<!ELEMENT Student (Firstname, Lastname, DateOfBirth, Sem1Mark, Sem2Mark)>
<!ELEMENTLastname (#PCDATA)>
<!ELEMENT Sem1Mark (#PCDATA)>
<!ELEMENT Sem2Mark (#PCDATA)>
<!ELEMENTFirstname (#PCDATA)>
<!ELEMENTDateOfBirth (#PCDATA)>
<!ELEMENTStudentdetails (Student)>
```

DTD-құжат:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!-- DTD generated by XMLSpy v2015 rel. 3 sp1 (http://www.altova.com) -->
<!ELEMENT Student (Firstname, Lastname, DateOfBirth, Sem1Mark, Sem2Mark)>
<!ELEMENTLastname (#PCDATA)>  <!ELEMENT Sem1Mark (#PCDATA)>
<!ELEMENT Sem2Mark (#PCDATA)>  <!ELEMENTFirstname (#PCDATA)>
<!ELEMENTDateOfBirth (#PCDATA)> <!ELEMENTStudentdetails (Student)>
```

XML құжатта элементтерін хабарлап XML құжат схемасын құру:

```
<?xmlversion="1.0"?>
<MOVIEDETAILS>
<MOVIE>
<TITLE>The Sixth Sense</TITLE>
<MOVIEID>M876</MOVIEID>
```

<DIRNAME>M Night Shyamalan</DIRNAME>
<CAST>Bruce Willis, Haley Joel Osment</CAST>
<YEAROFRELEASE>1999</YEAROFRELEASE>
</MOVIE>
</MOVIEDETAILS>

XSD: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!-- W3C Schema generated by XMLSpy v2015 rel. 3 sp1 (http://www.altova.com) -->
<xs:schemaxmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
<xs:element name="CAST">
<xs:simpleType>
<xs:restriction base="xs:string">
<xs:enumeration value="Bruce Willis, Haley Joel Osment"/>
</xs:restriction> </xs:simpleType>
</xs:element> <xs:element name="MOVIE">
<xs:complexType>
<xs:sequence>
<xs:element ref="TITLE"/>
<xs:element ref="MOVIEID"/>
<xs:element ref="DIRNAME"/>
<xs:element ref="CAST"/>
<xs:element ref="YEAROFRELEASE"/>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="TITLE">
<xs:simpleType>
<xs:restriction base="xs:string">
<xs:enumeration value="The Sixth Sense"/>
</xs:restriction> </xs:simpleType> </xs:element>
<xs:element name="DIRNAME">
<xs:simpleType> <xs:restriction base="xs:string">
<xs:enumeration value="M Night Shyamalan"/>
</xs:restriction> </xs:simpleType> </xs:element>
<xs:element name="MOVIEID">
<xs:simpleType>
<xs:restriction base="xs:string">
<xs:enumeration value="M876"/>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="MOVIEDETAILS">
<xs:complexType>
<xs:sequence>
<xs:element ref="MOVIE"/>
</xs:sequence>
</xs:complexType> </xs:element>
<xs:element name="YEAROFRELEASE">
<xs:simpleType>
<xs:restriction base="xs:short">
<xs:enumeration value="1999"/> </xs:restriction> </xs:simpleType>
</xs:element></xs:schema>

Веб қосымшаларды құрудағы технологиялардың байланысы. Веб сайт бұл сіздің электрондық жүйеңіз болып табылады. Қазіргі таңда сайттар әртүрлі жұмыс ортасы, яғни бизнес құрушы құралы болып табылады. Сайттар белгілі финанстық қызметтерді ұсынуға, мысалы, онлайн төлемдер

қабылдау жүйесі, алмасу пунктары. қолданылады. Сонымен қоса сайттар дистанционды оқуға қажет. Сонымен сайт дегеніміз гиперсілтемелер арқылы байланысқан веб-беттердің жүйесі. Веб-беттері немесе гипертексттік құжаттар құрамында арнайы тег деп аталатын командалар кодынан тұрады.

HTML тілінің көмегімен жай да, күрделі де динамикалық Web беттерді жасауға болады. Сонымен қоса қазіргі таңда WML, XML ұйымдастырушылары да қолданылады. Нәтижелер есептелуі мен бейнеленуінің клиент ПК-да іске асады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Бөрібаев, Б.* Web-технологиялар пәнінен лабораториялық практикум.- әл-Фараби атын. ҚазҰУ.- Алматы, 2009.- 152б.

2. Веб-службы Microcoft Exchange Server 2007: пер. с англ. / Д. Стерлинг [и др.].- Науч.-попул. изд.- М.: Рус. ред., 2009.- 910 с.

3. *Төкеев У. Ә.* Ақпараттық жүйелердің ВЕБ-қосымшаларын программалау: оқу құралы / әл-Фараби атын. ҚазҰУ.- Алматы: Қазақ ун-ті, 2012.- 99б.

REFERENCES

1. Buribaev, B. Web-technology laboratory praktïkwm.- on the name of al-Farabi. QazUW.-, 2009. – 152 p.

2. Web-Life Microcoft Exchange Server 2007: lane. s born. / D. Sterling [et al.] .- Nawç. populations. ïzd.- M .: Rus. eds., 2009.- 910 p.

3. Tukeyev W. B. Information systems, web application programming: tutorial / the name of al-Farabi. QazUW.- Almaty: Kazakh University-e, 2012.- 99b.

Болысханова М.Ж., Черикбаева Л.Ш., Бурлибаев А.Ж., Темірбекова Ж. Е.

Веб бағдарламалау технологияларын XML-де байланысытыру

Резюме. Бұл мақалада веб бағдарламалаудың кілттік аспекттері қарастырылған. Қазіргі таңда веб бағдарламалау саласының қарқынды, жылдам дамуына веб бағдарламалаудың түрлі технологияларын бірге байланыстырудың өте маңызды екендігі қарастырлыған. Сонымен бірге, мақалада жылдам дамып жатқан, ыңғайлы технологияларға көп көңіл бөлінген.

Кілттік сөздер: құжат, веб-сайт, веб-қосымша,тілдер.

Болысханова М.Ж., Черикбаева Л.Ш., Бурлибаев А.Ж., Темірбекова Ж. Е.

Связать разные технологий веб программирование в XML-е

Резюме. В статье отражены ключевые аспекты веб программирование. В настоящее время интенсивное развитие веб приложений автоматизированных систем управления в бизнесе, гибкое развитие является актуальным и важным для электронного бизнеса, также рассматривается связь разных веб технологий.

Кілттік сөздер: құжат, веб-сайт, веб-қосымша,тілдер.

Bolyshanova M. J., Cherykbaeva L.Sh., Burlybaev A. Zh., Temyrbekova Zh. E.

To link different technologies web programming in XML

Summary. In the article key aspects are reflected web programming. Presently intensive development web of appendixes of management in business, flexible development is actual and important for electronic business, in the article connection is also examined different web of technologies.

Key words: document, web site, web is an appendix, languages.

ӘОЖ 80181 ББК81.2

[1]А.Т. Турлыбекова, [2]А.Б. Кокажаева

([2]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
[3]Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті
Қазақстан Республикасы)

МАТЕМАТИКА САБАҚТАРЫНДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МАЗМҰНДАҒЫ ТЕКСТІЛІ ЕСЕПТЕРДІ ҚОЛДАНУ

Аннотация: Экологиялық мазмұндағы есептерді құрастырып және оларды шығарғанда экологиялық құбылыстар мен процестердің сандық сипаттамасын зерттегенде оқушылардың табиғат элементтерінің өзара байланысын дұрыс аңғарып және түсінуін басшылыққа алдық. Есептерді олардың күрделілігі мен математикада қолданылу дәрежесі бойынша V сыныптан XI сыныпқа шейін тізбектеп бөлгенде біз мыналарды ескердік:

Жалпы білім беретін орта мектептерде математиканы оқыту үрдісінде қолданылатын экологиялық мазмұндағы текстілі есептерді үш топқа бөлген жөн. Олар: 5-6 сыныптар үшін, 7-9 сыныптар үшін және 10-11 сыныптар үшін.

Тірек сөздер: математика сабақтары, экология, текстілі есептер, температура, қоры.

Есеп I. Тақырыбы «Пропорция», 6 сынып. Бөлмедегі термометр $+20^0$ С көрсетіп, ал гигрометр салыстырмалы ылғалдықты -35% тең деп тұр. Сынып бөлмесіне бірнеше бөлме өсімдіктерін әкеліп қойды. Бірнеше уақыттан кейін бөлмедегі ылғалдық 42% болды. I таблицаны пайдаланып сынып бөлмесінде қанша су буының болғандығын анықтаңыздар: 1) өсімдіктерді сынып бөлмесіне әкелгенге дейін; 2) әкелгенен кейін; 3) осы уақыттың ішінде өсімдіктердің жапырақтары арқылы қанша грамм су буға айналды?

Таблица I.

Қалыпты ау қысымында температураға байланысты ауадағы су буының мөлшері
- 20^0 С болғанда 1г судан артық емес
- 10^0 С болғанда 2г судан артық емес
- 5^0 С болғанда 3г судан артық емес
- 0^0 С болғанда 5г судан артық емес
$+10^0$ С болғанда 9г судан артық емес
$+20^0$ С болғанда 17г судан артық емес
$+30^0$ С болғанда 30г судан артық емес
$+40^0$ С болғанда 51г судан артық емес

Есептің шешуі. 1) Пропорцияның анықтамасы бойынша:

17 : x =100 : 35

Пропорцияның қасиеті бойынша: 100x =35 ⊙17, онда

$$x = \frac{35 \cdot 17}{100} = \frac{119}{20} = 5{,}95 \text{ г.}$$

2) Жоғарыдағы ұқсас: 17 : x = 100 : 42,

100x =42 · 17, онда x $= \frac{42 \cdot 17}{100} = \frac{714}{100} = 7{,}14$ г

3) y=7,14 г – 5,95 г =1,19 г

Сонымен, белгілі бір уақыттың ішінде өсімдіктердің жапырақтары арқылы 1,19 г су буға айналған.

Шығарылған есептің математикалық мән-мағынасын қарастырмай-ақ, ол есептің шешімінен көрнекі және айқын байқалып тұр, оның мән-мағынасын басқа жағынан сипаттайық.

Есепті шығарудың соңғы сатысында мұғалім оның практикалық мән-мағынасын ашу қажет. Оны математика мұғалімінің өзі істеуі мүмкін немесе ботаника мұғалімімен бірігіп ботаника сабағында да бұл істі жүзеге асыруға болады. Мұның айтарлықтай айырмашылығы жоқ. Бірақта оқушылардың назарын математика сабағында пропорцияны қолданып шығарған есептің күнделікті өмірдегі зор мағынасын ботаника сабағында оқып білесіздер-деп оқушыларды қызықтырып, ынталандырып қою қажет. «Неліктен бөлмеде өсімдіктердің болғаны жақсы?» деген сұраққа жауап беріп кетуге болады. Бұл есептің күнделікті өмірдегі практикалық маңыздылығы мынада: ауаның ылғалдылығын анықтау; мұның мәнділігі ауа ылғалдылығының 42% болуы, бұл гигиеналық норма, ал ылғалдылығын осы қалпында ұстап тұруға үй өсімдіктері көмектеседі.

Оқушылардың осындай жаттығуларды орындауы оларды қоршаған ортаны бақылауға, әрбір болып жатқан оқиғаларға сын көзімен қарауға басқаша айтқанда меңгерілген білімдерді практикада қолдануға және оның дұрыстығын бағалай білуге үйренеді. Қорытындысында оқушыларда функционалдық сауаттылық элементтері қалыптасады.

Екінші топтағы (7-9 сыныптар) есептерді шығару оқушылардан кеңірек және тереңірек математикалық аппараттарды (бұл кезде алгебра және геометрияның жүйелі курстары оқытылады) талап ететін, географиядан, физикадан, химиядан, биологиядан экологиялық материалдардың қажеті мөлшерлері едәуір өсті. Мысалы, функцияны жүйелі түрде оқып меңгеру бізді қоршаған материалдық өмірдің элементтерінің арасындағы тәуелділікті тиянақты зерделеуді талап етті (мысал ретінде айтсақ, бізді қоршаған ортаның физикалық параметрлері мен олардың өзара тәуелділігін

реттеп анықтау). Бұл жағдайда оқушылардың табиғат және онда болып жатқан құбылыстар туралы білімдері жан-жақты кеңейіп және одан әрі дами түседі. Олай болса, оқушыларға «қомақтырақ» экологиялық мазмұндағы тексттілі есептерді ұсынуға болады. Мысал қарастырайық.

Есеп 2. Тақырыбы а) Сызықтық функция және оның графигі, 6 сынып.

Сыныпта а оқушы ($a \geq 1$) бар. Әрбір оқушы 1 минутта (орта есеппен) 0,3 л оттегін жұтады. Уақытқа байланысты сынып бөлмесінде оттегі мөлшерінің азаюы мен көмірқышқыл газының көлемінің көбеюі арасындағы тәуелділікті табыңыздар. Алынған функцияның графигін салып, оны зерттеңдер.

Шешуі. 1) y=0,3at+A, 2) y = B - 0,3at, мұндағы А-сынып бөлмесіндегі көмірқышқыл газының көлемі, В-сынып бөлмесіндегі оттегінің көлемі.

б) Адам бөлмедегі оттегінің жетіспейтінін, оның ауадағы мөлшері 15%-дан төмен болғанда байқай бастайды. Өздеріңіз салған функция графигін пайдаланып сіздердің бөлмелеріңдегі оттегінің жетіспейтін нүктелерін анықтаңыздар және ол жағдайға жету үшін қанша уақыт кететін есептеп табыңдар.

Шешуі. Ауадағы оттегінің мөлшері шамамен $\approx$ 20%. Олай болса В·15%=х·20%, осыдан х=0,75 В. Олай болса іздестіріп отырған уақыт $t = (B-0{,}75\ B) \cdot 0{,}3\ A = \frac{3AB}{40}$ (сағ.).

Мұндай есептерді шығарудың ерекшелігі, есепті шығару барысында күнделікті өмірге қажетті ситуациялар қарастырылып, өте жеңіл және оқушыларға таныс жағдайда шешіледі. Сонымен қатар, оқытудың дидактикалық мақсаттарыда жүзеге асырылады, мысалы, оқушылардың есептеуді меңгеру дағдылары (сынып бөлмесінің көлемін есептеу, осы көлемге сәйкес оттегінің және көмір қышқыл газының мөлшерлерін анықтайды.

Есеп шешімін талқылау «экосистеманың» (сыныпбөлмесінің) ерекше бір жағдайын зерделеп анықтайды, яғни бөлмедегі ауаның ластануын айқындайды. Бұл әрине, экологиялық мәселе болып табылады, өйткені, қатал сақталуға қажетті жағдайды қарастырады.

Математикалық білімдерді «жасанды экосистемада» теңбе-теңдікті ұстап тұруға қолдануға тағы бір мысал келістірейік.

Есеп 3. Тақырыбы «Геометриялық прогрессия» 9 сынып.

Фермердің қосымша шаруашылығында балықтарды өсіретін тоған жасалған. Ол тоғанда 23а санына дейін балықтың қандай да бір түрін (мысалы, сазан дейік) өсіруге болады. Ең алдымен тоғанға жіберілген балықтардың саны а дейік. Балықтардың саны әрбір жыл сайын 2,2 есе өседі. Неше жылдан кейін балықтардың саны тоған қуаттылығынан (мүмкіншілігінен) асып кетеді?

Шешуі. Жыл сайынғы балықтардың санын $в_1$ (бірінші жыл), b_2 (екінші жыл), b_3 (үшінші жыл) т.с.с. деп белгілейік. Сонда $в_1$=а; b_2=2,2 а; b=4,84а; b_4=10,648а; b_5=23,4256а. Бұдан шығатыны 23,4256а $\geq$ 23а, яғни $b_5 \geq$23а. Олай болса 5 жылдан кейін балықтардың саны b_5 тоған қуаттылығынан (мүмкіншілігінен) асып кетеді.

Енді үшінші топтағы (10-11 сыныптар) текстілі есептердің әдістемелік ерекшеліктерін қарастырайық. Мұндағы экологиялық білімді қолданудың ең бір ерекшелігі жоғары сыныптардағы математика курсының құрамына математикалық анализдің элементтері (әсіресе, математиканы тереңдетіп оқытатын сыныптарда) енеді. Бұл экологиялық мазмұны жағынан тереңірек (қиынырақ) есептерді қарастыруға мүмкіншілік береді. (мысалы, биологиялық өсіп-өнудің (популяция) уақытқа тәуелді өзгеруі және теңбе-теңдікті сақтап тұру үшін оның жоғары шегін айқындау (тым көбейіп өсіп-өніп кетсе табиғат апатқа ұшырауы мүмкін).

Сонымен қатар, мектептегі оқуды бітіру кезеңінде, яғни 10-11 сыныптарда экологиялық білімдер мен біліктілікті бір жүйеге келтіріп жалпылау жұмыстарын жүргізу қажет. Бұл жұмыстар математикалық біліктіліктер мен дағдыларды қайталап жүйелеумен және оларды жалпылаумен қатар, қосарлана жүргізілуі қажет. Егер негізгі мектепте әрбір математикалық материалды оқып білудің қажеттілігін оның өмірде қолданылуын келтіру арқылы (соның ішінде экологиялық проблемаларды шешу үшін) негіздейтін болсақ, жоғары сыныптарда математикалық ұғымдарды және фактілерді меңгерту саналы түрде практикалық және өмірге қажетті есептерді шығару, соның ішінде экологиялық есептердіде шығару арқылы жүзеге асуы керек. Мысал келтірейік.

Есеп 4. Тақырыбы. «Өсу мен кему көрсеткіштерінің дифференциялдық теңдеуі. 11 сынып.

Қорықтың жеріндегі шөптің мөлшері (жылдық өсімімен) шөппен қоректенетін жануарлардың b-сын қөректендіруге жетеді. Бастапқы кезде қорыққа шөппен қоректенетін а($a < b$) малды әкелді, әкелінген малдың орташа жылдық өлшемі 12%. Неше жылдан кейін шөп қорымен малдың санының арасындағы сәйкестікті сақтау үшін шара қолдану қажет?

Шешуі. Шөп жейтін жануарлар (малдың саны) санының уақытқа тәуелділігі $S(t)= S_0 e^{0,12t}$ (1) формуласынмен анықталады, мұндағы S_0 – малдардың бастапқы саны, олай болса $S_0=a$.

Есеп шарты бойынша S(t)=b. Бұл мәндерді (1) теңдеуге қойып табатынымыз: $b=ae^{0,12t}$ немесе $e^{0,12t} = \frac{b}{a}$.

Теңдеудің екі жағында логарифмдесек (негізгі е-ге тең), онда 0,12t = ln b – ln a, осыдан $t= \frac{lnb-lna}{0,12}$.

Қорытынды: $t= \frac{lnb-lna}{0,12}$ жылдан кейін малдың саны мен қорық жеріндегі шөптің мөлшерінің арасындағы қатынасты бұзбау үшін қажетті шара қолдану қажет.

Сонымен, математикалық текстілі есептердің сюжеттік мазмұнына экологиялық мазмұнды енгізу математикалық білімнің күнделікті өмірде қолдануын сабақ кезінде де жүзеге асыруға мүмкіншілік беріп, сабақтың тәрбиелік маңыздылығын жүзеге асырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Gorstko A.B., Surkov F.A. Mathematica et conservationem naturae respiciunt – M.: Gognitio, 1975-63s.
2. Zverev I.D., Суравегина И.Т. Environmental educationem alumni – M.: Paedagogia, 1983-160c.

Турлыбекова А.Т., Кокажаева А.Б.

Использование текстовых задач с экологическим содержанием на уроках математики.

Резюме. Обсужден и разработан метод обучения учащихся экологическим знаниям в процессе преподавания математики в общеобразовательной школе.

Ключевые слова: уроки математики, экология, текстовые задачи, температура, запас.

Turlybekova A.T., Kokazhaeva A.B.

The use of word problems with environmental content in math class

Summary. This article has been discussed and developed methods of teaching students environmental knowledge in the teaching of mathematics in secondary school.

Key words: lessons in mathematics, ecology, word problems, temperature, stock.

УДК 517

Ж.Н. Сейткулова, Г.А. Тулешева, Ж.Е. Муканова, А.С. Жаксылык, Н.К. Кырыкбаева
(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,
Алматы,Республика Казахстан, E-mail: 2920857@mail.ru)

ПОИСК НАИБОЛЬШЕГО И НАИМЕНЬШЕГО ЗНАЧЕНИЯ ФУНКЦИИ ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Аннотация: С помощью геометрических построений найдено наибольшее и наименьшее значения функции двух переменных, без применения теории частных производных. Явным преимуществом использования метода на основе геометрических построений на занятиях по высшей математике является перенос тяжести с традиционных методов обучения на методы поисковой деятельности преподавателя и студента. Так как геометрические построения способствует к ясному восприятию полученных результатов.

Ключевые слова геометрические построения, наибольшее значение функции, наименьшее значение функции.

Одной из проблем современной методики обучения высшей математики в высших учебных заведениях, является поиск методов и средств, способствующих эффективному усвоению студентами математических понятий. Особое место в перечне понятий, составляющих математические знания, занимают геометрические построения, наглядно раскрывающие суть задачи. Но программой силлабусов и УМК ДС не всегда предусмотрены эти моменты, так как многие стандартные методы решения не требуют построения. Они не всегда достаточно применяются на занятиях по высшей математике. В большинстве случаев они служат иллюстрацией в подтверждение слов преподавателя, т.е. стандартные методы решения ставятся на первое место. В этом случае зачастую возникают трудности в понимании темы занятия студентами. Раскрыть эти проблемы позволяют методы на

основе геометрических построений, выступающие как дополнительный, а в некоторых случаях как основной источник информации. Следует также помнить, что наглядный геометрический метод предусматривает и применение их обучающимися при ответах на самостоятельных работах. Это позволит студентам сделать их ответы более свободными, уверенными и интересными. Достоинством указанного метода геометрического построения является и то, что он позволяет развить у студентов интерес к сообщаемому материалу. В тоже время в применении средств наглядности существует ряд трудностей. Во-первых, метод на основе геометрических построений не всегда применим. Во-вторых, в учебниках по высшей математике по некоторым разделам отмечается недостаток или полное отсутствие геометрических иллюстраций. С другой стороны, из-за ограниченности во времени, преподаватели вынуждены уделять, геометрическим построениям мало внимания, предпочитая ограничиваться стандартными методами решения. Но, как и любой другой метод обучения, наглядный обладает активизирующим потенциалом, реализация которого зависит от творчества преподавателя. Студенты не остаются пассивными, т.к. методы обучения направлены на сообщение знаний с подкреплением слова зрительным образом.

Сегодня обществу нужны не только знания, но и умение их добывать и применять в различных ситуациях, поэтому нужны не просто образованные люди, нужны люди, способные к сотрудничеству, люди, которые могут самостоятельно принимать решения в ситуации выбора метода решения. И цель современного преподавателя - через интересный урок вовлечь студента и направить на поиск той информации, которая необходима для выработки навыков и умений, применяемых в трудовой деятельности студентов. Не секрет, что на традиционном уроке, студенту навязана пассивная позиция. Преподаватель говорит, а студент слушает и записывает. В процессе подбора новых принципов занятий, средств и методов, необходим полный контакт во взаимодействии преподавателя и студента. У студента возникает желание что-то делать на уроке лишь тогда, когда он понимает, что с заданием он может справиться. То есть, строить работу студента нужно таким образом, чтобы каждый мог добиться определенных успехов на уроке и не испытывать страх перед заданием. Структура современного урока позволяет приобретать не только теоретические знания, но и предполагает участие студента в реальной деятельности, в самостоятельной постановке вопросов, выработке и принятии решения, формулировке выводов и прогнозов, что приводит к лучшему запоминанию и усвоению материала. Если студент не научился сам ничего творить, то и в жизни он всегда будет только подражать, копировать. Поэтому главная задача преподавателя воспитать студентов грамотных, думающих, умеющих самостоятельно получать знания. Уровень мастерства преподавателя, его умение правильно, интересно проводить занятия играют важную роль в формировании профессиональных компетенций студента. Студенты учатся выбирать, преобразовывать информацию, выдвигать гипотезы и принимать решения. Наши студенты должны уметь находить необходимую для них информацию, анализировать ее, выбирать главное и использовать выбранное для решения своих собственных целей и создание нового продукта.

К примеру рассмотрим тему: «Наибольшее и наименьшее значения функции двух переменных». Для нахождения наибольшего и наименьшего значений функций в замкнутой ограниченной области как указано в учебниках по высшей математике [1-3] необходимо следовать схеме (таб.1).

Таблица 1.

1	Найти критические точки (лежащие внутри данной области) и вычислить в них значения функции.
2	Найти наибольшее (наименьшее) значение функции на границе области.
3	Сравнить все полученные значения функции.

Пример 1: Найти наибольшее и наименьшее значения функции $z = 2x^2 - 2y^2$

В круге $x^2 + y^2 \le 9$.

Решение (стандартное): По схеме (таб. -1) находим критические точки. Данная функция имеет частные производные $z'_x = 4x$, $z'_y = -4y$.

Приравнивая нулю эти производные, получим систему уравнений, из которой находим $x_0 = 0$, $y_0 = 0$. Значение функции в критической точке $M_0(0,0)$ равно нулю: $z_0 = f(0,0) = 0$.

Функция $z = 2x^2 - 2y^2$ на границе области становится функцией одной переменной x: $z = 4x^2 - 18$, аргумент изменяется на отрезке [-3,3]. Из уравнения $z'(x) = 0$, находим единственную критическую $x_1 = 0$, в которой функция $z(x)$ имеет значение $z_1 = -18$. Вычислим ее значения на концах отрезка [-3,3]. $z_2 = z(-3) = 18$, $z_3 = z(3) = 18$. Сравнивая между собой числа z_0, z_1, z_2, z_3, заключаем, что функция $z = 2x^2 - 2y^2$ имеет наибольшее значение, равное 18 и наименьшее значение, равное -18, причем: $z_{наиб} = 18$, $z_{наим} = -18$.

Но это же решение можно получить сделав геометрические построения (рис.1), которое наглядно отражает суть задачи.

Геометрический метод решения:

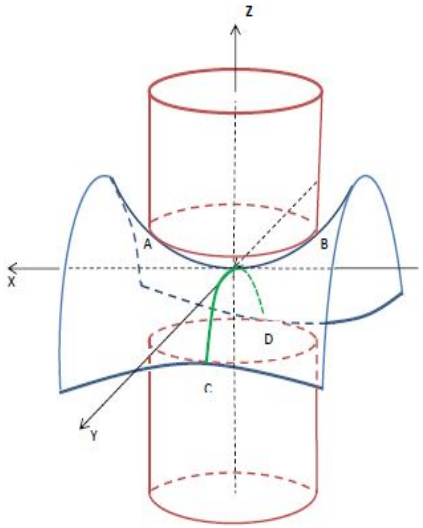


Рис. 1.

Вместо цилиндра и гиперболического параболоида на плоскости y=0 мы увидим прямые x=-3, x=3 и параболу $z = 2x^2$. Они пересекаются в точке $z = 18$. (рис.2).

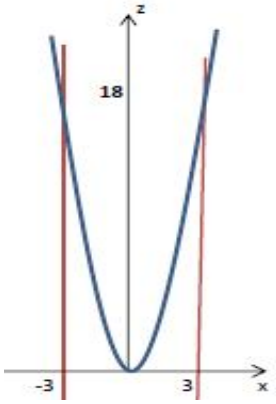


Рис. 2.

Это и есть наибольшее значение функции (рис.1 в точках A(3,0,18) и B(-3,0,18)).

Вместо цилиндра и гиперболического параболоида на плоскости x=0 мы видим прямые y=-3, y=3 и параболу $z = -2y^2$. Они пересекаются в точке $z = -18$. (рис.3).

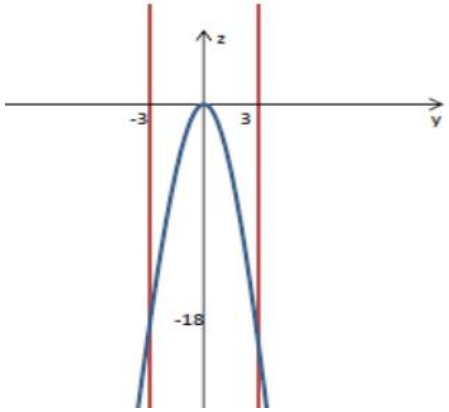


Рис. 3.

Это и есть наименьшее значение функции (рис.1 в точках C(0, 3,-18) и D(0,-3,-18)).

Пример 2: Найти наибольшее и наименьшее значения функции $z = x^2 + y^2 - 2x - 2y + 8$ в области ограниченной прямыми x=0, y=0, x+y-1=0.

Решение: Уравнение $z = x^2 + y^2 - 2x - 2y + 8$ приведем к каноническому виду собирая полный квадрат, получим $z - 6 = (x-1)^2 + (y-1)^2$. Это есть параболоид с вершиной в точке A(1,1,6) рис.4 .

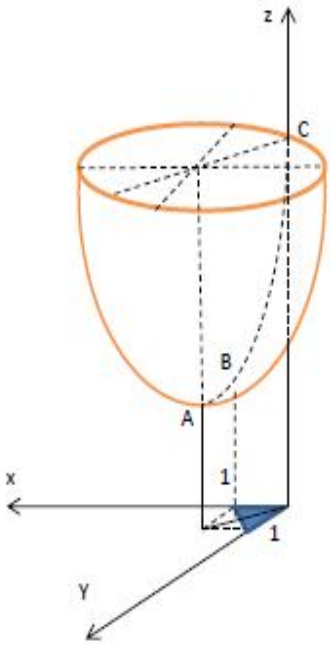


Рис. 4.

По рисунку определяем $z(0,0)_{наиб} = 8$ (точка C), $z(\frac{1}{2},\frac{1}{2})_{наим} = 6{,}5$ (точка B).

Пример 3: Найти наибольшее и наименьшее значения функции $z = 4 - 2x^2 - y^2$ в области D, ограниченной линиями y=0, $y = \sqrt{1-x^2}$.

Решение: Уравнение $z = 4 - 2x^2 - y^2$ есть эллиптический параболоид с вершиной в точке C(0,0,4) рис.5.

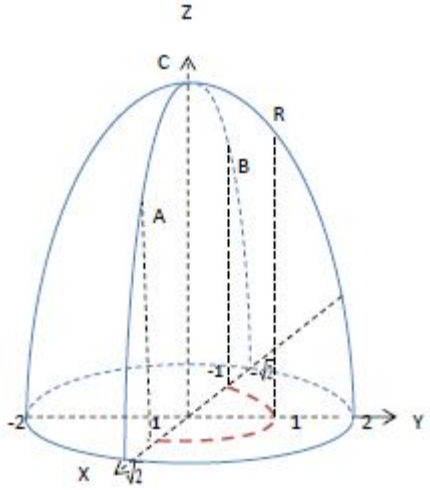


Рис. 5.

По рисунку определяем $z(0,0)_{наиб} = 4$ (точка С), но наименьшее значение функции может быть в точках А, В, R. Определяем $z(1,0) = z(-1,0) = 2$ (точки А и В) и $z(0,1) = 3$ (точка R). Отсюда следует $z(0,0)_{наиб} = 4$ (точка С), $z(1,0)_{наим} = z(-1,0)_{наим} = 2$ (в точках А и В).

В последних двух примерах мы обошлись без дополнительных вычислений, использовали только наглядность рисунка.

В заключении хотим отметить, что использование методов на основе геометрических построений дают возможность сделать урок интересным и результативным, что является нашей главной задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1.Хайруллин Е.М., Туматаев С.Қ., Шәріпов Ш.А., Нағметжанов Қ.К. Жоғары математика есептер жинағы. 2 бөлім, Алматы КазНТУ 2005.

2.Сатыбалдиев О.С., Сулейменов З.И. Жоғары математика. 4 бөлім, Алматы 2010.

3.Айдос Е.Ж., Жоғары математика-3, Алматы 2008.

Сейткулова Ж.Н., Тулешова Г.А., Муканова Ж.Е. , Жаксылык А.С., Кырыкбаева Н.К.

Екі айнымалы функциясының ең үлкен және ең кіші мәндерін геометриялық әдіспен табу

Түйіндеме: Мақалада геометриялық құрылыстардың көмегімен дербес туынды теориясы қолданбай, екі айнымалы функцияның ең үлкен және ең кіші мәндері табылған.

Түйінді сөздер: геометриялық құрылыстар, функцияның ең үлкен мәні, функцияның ең кіші мәні.

Seytkulova J.N., Tulesheva G.A., Mukanova Zh.E., Zhaksylyk A.S., Kyrykbayeva N.K.

Search the largest and smallest values of a function of two variables, the geometrical method

Summary: The article with the help of geometric constructions found the highest and lowest values of two variables, without application of the theory of partial derivatives.

Key words: geometric constructions, the greatest value and the smallest value of the function.

УДК 004.382

А.Ж. Бурлибаев, М.Ж. Болысханова, Л.Ш. Черикбаева, Ж.Е. Темирбекова
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, Алматы; e-mail: aimurat06@mail.ru)

РАЗВИТИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ ITSM

Аннотация. Данная статья посвящена организации компьютерных классов вуза, в соответствии с современными методами и технологиями ИТ-индустрии, такими как: виртуализация, облачные технологии хранения данных, сетевое программное обеспечение и др. Рассмотрена концептуальная модель

инфраструктуры компьютерного класса, которая ориентирована на предоставление пользователям сервиса конвергентной сети университета. Описана модель требований к организации инфраструктуры компьютерного класса, базирующейся на технологическом решении клиентской сети, как технологии «нулевого/тонкого клиента» или «толстого клиента». Для эффективной организации работы компьютерного класса разработана модель ролевой политики доступа к ресурсам компьютерной сети университета с описанием алгоритма действий пользователей. Рассмотрен экономически целесообразный подход к проектированию компьютерных классов: на базе типовых персональных компьютеров, класса, построенного по технологии «толстого клиента» на базе имеющейся морально устаревшей компьютерной техники, а также конфигурации класса, построенного из современных моделей «нулевых клиентов».

Ключевые слова: Информационные технологии, инфраструктура, учебно-вычислительный центр, толстый и тонкий клиент, виртуализация.

Актуальность. В современном обществе высокие информационные технологии стали фундаментальной инфраструктурой, подобно энергетике, дорожным коммуникациям и другим жизненно важным для экономики государства системам. Все ключевые системы государства имеют программу информатизации, направленную на развитие информационной среды государства и формирование технико-технологической платформы инновационных процессов, тем самым определяя стратегию развития. В концепции становления исследовательских университетов каждый вуз должен создавать у себя современную ИТ-инфраструктуру – совокупность уровней структуры организации, обеспечивающих формирование и сопровождение телекоммуникационного и компьютерного оборудования, а также общесистемного и прикладного программного обеспечения для информационной поддержки инновационных процессов.

Для эффективного управления ИТ-инфраструктурой университета ключевыми ресурсами и задачами основных бизнес-процессов университета необходимо использовать современные инновационные решения в области ИТ-технологий, как: облачные технологии, энергоэффективное ИТ-оборудование, конвергентные сети, системы цифровой печати, системы видеоконференц-связи, системы автоматизации бизнес-процессов. В этой связи особенно важна задача обеспечения управляемости и доступности всего комплекса информационных ресурсов и сервисов университета.

Центром предоставления ИТ-услуг университета научно-образовательного характера для студентов является учебно-вычислительный центр университета (УВЦ), представляющий собой распределенную систему компьютерных классов, в которых проводятся занятия учебного процесса, научно-практические работы по научным проектам и самостоятельным заданиям СРСП/СРМП и др.

УВЦ будет ориентирован на предоставление пользователям сервиса конвергентной сети университета, с полным циклом автоматизации всех задач деятельности университета, предоставлением персонализированного информационного пространства с информационными сервисами, обеспечивающий комплексную систему безопасности на уровне ИТ-ресурсов и ИТ-инфраструктуры вуза.

Развитие функциональной модели управления УВЦ с применением методологией ITSM

В настоящее время ИТ-служба университета становится полноправным участником обучения, выступая в роли поставщика определенных услуг для бизнес-подразделений, а отношения между ними формализуются как отношения "поставщик услуг – потребитель услуг". Бизнес-подразделение формулирует свои требования к необходимому спектру услуг и их качеству, руководство вуза определяет объем финансирования для выполнения этих требований, а подразделения ИТ-службы поддерживают и развивают информационную инфраструктуру университета таким образом, чтобы она была в состоянии обеспечить запрошенную услугу с заданным качеством [11].

Отражением трансформации роли и места ИТ-службы в структуре предприятий является концепция и модель управления качеством информационных услуг (Information Technology Service Management – ITSM, управление ИТ-услугами). Бизнес-процессы сегодня неразделимы с программными приложениями, техническими ресурсами и деятельностью персонала ИТ-служб, поэтому качество работы последних становится важнейшим фактором, определяющим эффективность деятельности университета в целом [11].

Для управления качеством процесса необходима организация системы управления проблемами/известными ошибками, организация превентивных процедур поддержки, организация способов верификации известных ошибок, организация интерфейса поддержки поставщиком, разработка отчетов для управления, постоянное усовершенствование процесса [11].

Информационная инфраструктура современного университета характеризуется большим количеством настольных и переносных компьютеров, серверов, систем хранения данных, телекоммуникационных устройств, операционных систем и бизнес-приложений. В этих условиях задача обеспечения требуемого уровня предоставления ИТ-сервисов со стороны ИТ-службы для бизнес-подразделений является достаточно сложной. При общей тенденции бизнеса к сокращению непроизводственных издержек снижение совокупной стоимости владения ИТ-инфраструктурой предприятия является крайне актуальным.

Построение эффективной системы управления ИТ-инфраструктурой предприятия может быть реализовано с использованием стандартизированного набора программно-аппаратных средств, удовлетворяющих требованиям ИТ-инфраструктуры и бизнеса. Эффективная архитектура управления ИТ-инфраструктурой предприятия должна быть масштабируемой, гибкой, обеспечивать мониторинг и формирование отчетов о различных аспектах функционирования информационной системы.

Сегодня актуально эффективно управлять ИТ-инфраструктурой, так как для таких крупных организаций как университет, характерны такие факторы как:

– Рост парка компьютерной техники;
– Использование большего числа учебного ПО;
– Развитие сервиса ИТ-инфраструктуры (почта, документооборот, АСУ, файлообменники и др.);
– Повышение требований со стороны пользователей к ресурсам;
– Повышение квалификации ИТ-специалистов;
– Модернизация серверной инфраструктуры (кластерная организация хранения данных, виртуализация серверов, систем и приложений);
– Управляемая, надежная архитектура компьютерной сети (топология «звезда» с интеллектуальным центром – 17 подсетей).

Конечно, эти составляющие генерируют множество проблемы, которые требуют решения:

– снизить нагрузку на ИТ-специалистов (много рутинных операций, заявок);
– перейти к модели централизованного администрирования ресурсов;
– разделить задачи по администрированию и сопровождению клиентов сети с операторами компьютерных классов (агенты системы сопровождения – класс простых операций);
– быстрого развертывания новых ПК и серверов;
– обеспечить защиту и быстрое восстановление данных;
– повысить безопасность и доступность ИТ-инфраструктуры;
– создать систему учета ИТ-активов в оперативном режиме;
– организовать систему help-desk, в виде двухуровневой системы рассмотрения заявок (первая линия – консультация, удаленный мониторинг, вторая линия – физическое устранение проблемы)

Для решения этих проблем нужна комплексная платформа для управления, которая облегчает и повышает эффективность управления ИТ-средой, включая серверную инфраструктуру и клиентские устройства. Такой платформы является управляющий программный комплекс Microsoft System Center. Конфигурация этого продукта представлена на рис.1.

Эксплуатация услуг по модели ITSM подразумевает разрешение и предупреждение проблемных ситуаций в ИТ-инфраструктуре и управлении оперативной деятельностью ИТ-службы.

Такая схема работы требует разделить на две ролевые функции: системный администратор и ИТ-менеджер. ИТ-менеджер ориентирован, в первую очередь, на оперативную работу. Это, скорее, некое промежуточное звено, которое позволяет связывать между собой разные процессы, реализуемые службой приема заявок, функции диспетчеризации и фильтрации запросов, интеграции работы специалистов, мониторинга, в том числе в управлении инцидентами, управлении конфигурациями.

Системный администратор осуществляет администрирование процесса в управления изменениями и управления конфигурациями. С ними так или иначе взаимодействуют все остальные процессы модели и именно они обеспечивают необходимую стабильность ИТ-среды. Сервисное управления конфигурациями — это поддержка в актуальном состоянии, какие ресурсы стоят за той или иной услугой, а процесс управления изменениями отслеживает изменения этих ресурсов, а также которые обслуживаются. В управление ИТ-услуг определены роли системного администратора и ИТ-менеджера УВЦ (Таблица 2).

Рис.1. Конфигурация Microsoft System Center

Таблица 1. **Сценарий работ системного администратора и ИТ-менеджера**

Ролевые функции	Обязанности
ИТ-менеджер несет ответственность за инцидент записи, а также первоначальной классификации инцидентов и запросов на обслуживание. Этот уровень сервиса является частью службы и поддержки организации и отвечает за определенную группу объектов или услуг. Происшествия должны быть классифицированы и проанализированы с целью предоставить пользователю соответствующее решение. У ИТ-менеджера расширенные права и механизмы контроля для того, чтобы управлять услугой и обеспечивать поддержку организации работ. Если при начальном решении невозможно устранить инцидент, заявка должна быть направлена системному администратору.	•развитие навыков консультанта в области управления ИТ-сервисами •решение управленческих задач в области ИТ (подготовка и проведение обследования системы управления ИТ, оценка текущего уровня зрелости процессов управления ИТ, проектирование и организация процессов управления ИТ, разработка нормативной документации, разработка систем оценки и мотивации персонала, обучение персонала и прочее); •формирование и управление требованиями к системам автоматизации процессов управления ИТ; •разработка технических заданий на автоматизированные системы; •планирование и реализация мероприятий, связанных с собственным профессиональным и личностным развитием в рамках корпоративной системы компетенций

Ролевые функции	Обязанности
Роль СА предназначена для составления и управления изменениями форм и рабочих процессов. Роль СА компьютерного класса добавлять новые элементы, это администрировать изменения конфигураций. Роль администратора выходит далеко за рамки ИТ-менеджера. Он может непосредственно управлять поведением системы. СА взаимодействуют с пользователями по электронной почте, телефону, посредствам веб-портала.	• Техническая поддержка пользователей и ИТ-инфраструктуры университета. • Поддержка и развитие ИТ-сервисов университета. • Участие в развитии сервиса технической поддержки на основании практик ITSM (в перспективе - управление группой технической поддержки). • Управление ИТ-ресурсами: учет оборудования и программного обеспечения. • Консультирование и поддержка пользователей по вопросам ИТ. Помощь в освоении ИТ-систем. • Участие во внутренних ИТ-проектах . • Выполнение сопутствующих задач

Экономическая целесообразность проекта

При проектировании УВЦ рассматривались 3 типа компьютерных классов, для каждого из которых была рассчитана себестоимость.

Для вывода анализа экономической эффективности сравним себестоимость каждого из них (компьютерный класс оборудован 10 ед. компьютерной техники):

1) Компьютерный класс на базе персональной компьютерной техники.

2) Компьютерный класс, построенный по технологии «толстого клиента», с использованием старой компьютерной техники вуза.

3) Компьютерный класс на базе «нулевого клиента».

Для первого типа компьютерного класса с традиционными компьютерами рассмотрим компьютер: Intel Core i3 2100 3.1 GHz / DDR III 1333/4 G/ HDD 500Gb/ Video 1024Mb/ Lan 1000 Мбит/ КМР/ DVD±RW/Card Reder/18,5'' LCD / Лицензия OLP Microsoft Windows7 Profesional Rus/ Лицензия OLP Microsoft Office Standard 2010 Rus. Себестоимость компьютерного класса с 10 ед. персональных компьютеров на базе Intel Core i3, подключённых к локальной сети, с установленным пассивным и активным сетевым оборудованием составляет – 3 706 432 тенге. С программным обеспечением, включающим InDesign CS6 8 Retail Russian Windows, Photoshop CS6 13 Retail Russian Windows, CorelDRAW Graphics Suite X6 Russian, Visual Prolog 7.4, Антивирус Касперского, архиватор Winzip себестоимость класса составит – 7 840 556 тенге.

Для второго типа компьютерного класса, построенного по технологии терминального решения («толстый клиент») с использованием 10 ед. старой компьютерной техники IV/2.93/512Mb/80Gb, остаточная стоимость, которой равна нулю, подключенных к локальной сети, с пассивным и активным сетевым оборудованием и Blade сервером (Dell Inc/ PowerEdge M610 8 CPUs x 2,393 GHz, Intel(R) Xenon(R) CPU E5620 2,4 GHz. Ram 32Gb), ресурсы которого используются этими «слабыми» машинами, себестоимость составит – 1 513 286 тенге. С пакетом программного обеспечения, идентичным для первого типа класса, но установленным по одной лицензии на сервер, себестоимость равна 1 925 214 тенге.

Для третьего типа компьютерного класса с «тонкими /нулевыми клиентами» Zero Clint (мощность: 3 Вт , LED: 1 , USB: 1, 4 USB 2.0; Ethernet RJ-45: 1 10/100/1000 Gigabit NIC; клавиатура: USB; мышь: USB; видео: VGA-type video output (DB-15); аудио выход: 1/8-inch mini-jack, stereo; аудио вход: 1/8-inch microphone mini-jack, stereo; максимальное разрешение видео: 2048x1152 32-bit), с широкоформатным монитором 20", гарнитурой, подключением к локальной сети, пассивным и активным сетевым оборудованием и таким же Blade сервером Dell PowerEdge M610, себестоимость класс составит – 2 213 186 тенге. С пакетом программного обеспечения, идентичным для первого и второго типа классов, установленным по одной лицензии на сервер и дополнительно 10 лицензий VMware View4 Premier Bundll себестоимость класса составит – 3 127 944 тенге.

Сопоставив полученные результаты, можно сделать вывод, что компьютерный класс, построенный на базе терминального решения, самое экономически выгодное, т.к. нет финансовых затрат на приобретение новой техники в связи с использованием старых компьютеров, и даже затраты на монтаж сети, приобретение активного и пассивного сетевого оборудования незначительно сказываются на себестоимости данного решения.

Решения «толстого клиента» (терминальное решение) и «тонкого/нулевого клиента» имеют общее сходство - обладая минимальной аппаратной конфигурацией, они используют ресурсы более мощной машины - сервера, к которой они непосредственно подключены. Эта технология позволяет создать из одной мощной машины еще несколько дополнительных рабочих мест. Технологии терминального доступа позволяют дать жизнь старым, непригодным для выполнения современных задач, машинам.

Вывод

Для организации и поддержки современной, надежной, динамичной и быстро перенастраиваемой ИТ-инфраструктуры предлагается применять технологии виртуализации и объединения вычислительных ресурсов. Такое решение на первом этапе позволит эффективно использовать уже имеющиеся в университете ресурсы для различных ИТ-задач, а в будущем иметь возможность последовательно наращивать вычислительные мощности в соответствии с возникающими потребностями.

Рассмотренный экономичный подход к проектированию компьютерных классов с использованием технологий виртуализации и клиент-серверной архитектуры «тонкий или толстый клиент» позволит повысить эффективность организации сетевой инфраструктуры компьютерной сети путем уменьшения стоимости обновления парка компьютерной техники, централизованного администрирования, уменьшения затрат времени на обслуживание и сопровождение рабочих станций, увеличения надежности информационной безопасности корпоративной сети и вложения инвестиций в создание экономичной и оптимальной инфраструктуры за счет концепции бездискового решения.

ЛИТЕРАТУРЫ

1 Мутанов Г.М., Мамыкова Ж.Д., Кумаргажанова С.К. Управление ориентированное на результат на примере образовательной системы. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2010. – 100 с.

2 Мутанов Г.М., Мамыкова Ж.Д., Кумаргажанова С.К., Федькин Е.М. Информационная инфраструктура «е-университета» ВКГТУ им. Д. Серикбаева // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова: теоретический и прикладной научно-технический журнал. – Бишкек, 2009. - № 19. - С. 233-238.

3 Основы качества информационной инфраструктуры организации / В помощь руководителю организации (Авторы Грузинов А.Б., Гринь В.Р., Крюков А.М., Синещук Ю.И., Навойцев С.П.). – М.: ООО «Ваш полиграфический партнер», 2011. – 290 с.

4 Архитектурные подходы к консолидации: [Электрон. ресурс]. – 2001. - URL: http://citforum.vision.am/consulting/BI/arch_consolid/.

5 Преимущества тонких клиентов перед обычными ПК: [Электрон. ресурс]. – 2010. - URL: http://www.norma-ts.ru/thin_client_plus.shtml.

6 Виртуализация платформ: [Электрон. ресурс]. – 2012. - URL: http: //student.zoomru.ru /informat/virtualizaciya-platform-programmnaya-virtualizaciya/153744.1190859.s1.html.

7 Михеев М.О. Администрирование VMware vSphere 4.1. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 448 с.

8 Чефранова А.О., Стародубов А.Г., Горбачук А.П. Технология построения виртуальных защищенных сетей ViPNet версии 3.0 Windows+Linux: практикум: Учебно-методическое пособие. – М.: 11- формат, 2008. – 267 с.

REFERENCES

9 Mutanov G.M., Mamykova Zh.D., Kumargazhanova S.K., Upravlenie orirntirovanoe na rezultat na primere obrazovatelnoi sistemy.-Ust'Kamenogorsk: VKGTU,2010.-100 s.

10 Mutanov G.M., Mamykova Zh.D., Kumargazhanova S.K., Fed'kin E.M. Informatsionnaya infrastruktura "e-universiteta" VKGTU im. D. Serikbaeva // Izvestiya Kyrgyzskogo gosudastvennogo tekhnicheskogo universiteta im. I. Razzakova: teoreticheskiy i prikladnoy nauchno-tekhnicheskiy zhurnal. – Bishkek, 2009. – №19. – S. 233-238.

11 Osnovy kachestva informatsionnoy infrastruktury organizatsiy / V pomoshch rukovoditelyu organizatsii (Avtory Gruzinov A.B., Grin' V.R., Kryukov A.M., Sineshchuk Yu.I., Navoytsev S.P.). – M.: OOO "Vash poligraficheskiy partner", 2011. – 290 s.

12 Arhitekturnye podkhody k konseledasiy: [Electron. resurs]. – 2001. – URL: http://citforum.vision.am/consulting/BI/arch_consolid/.

13 Preimushestva tonkikh klientov pered obychnymi PK: [Electron. resurs]. – 2010. - URL: http://www.norma-ts.ru/thin_client_plus.shtml.

14 Virtualizasya platform: [Electron. resurs]. - 2012. - URL: http: //student.zoomru.ru /informat/virtualizaciya-platform-programmnaya-virtualizaciya/153744.1190859.s1.html

15 Mikheev M.O. Administrirovanie VMware vSphere4.1. – M.:DMK Press, 2011. – 448 s.

16 Chefranova A.O., Starodubov A.G., Gorbachuk A.P. Tekhnologi postreniyz virtualnyh zashchishchenykh

setei ViPNet versi 3.0 Windows+Linux: praktikim: Uchebno-metodicheskoe posobie.-M.:11-format,2008.-267 s.

Бурлибаев А.Ж., Болысханова М.Ж., Черикбаева Л.Ш., Темирбекова Ж.Е.

ITSM әдісін қолдану арқылы оқу-есептеу орталығының басқару моделінің функционалды дамуы

Түйіндеме. Мақала АТ-индустриясының қазіргі жаңа әдістері мен технологияларына сәйкес ЖОО-дағы компьютерлік сыныптарды ұйымдастыруға арналады. Олар: виртуалдау, мәліметтерді сақтаудың бұлтты технологиясы, желілік бағдарламалық қамтамасыз ету және т.б. Университеттің конвергентті желісінің қолданушыларына бағытталған, компьютерлік сыныптардың концептуалды инфрақұрылымының үлгісі қаралды. «Нөлдік/кіші клиент» немесе «үлкен клиент» сияқты технологиялар - клиент желісін технологиялық шешіміне негізделген компьютерлік сыныптардың инфрақұрылымын ұйымдастыру үлгісіне талаптар сипатталды. Компьютерлік сыныптың тиімді жұмысы үшін қолданушылардың әрекеттер алгоритмының сипаттамасымен университеттің компьютерлік желілер қорына қолжетімді рөлдік саясатының үлгісі әзірленді. Компьютерлік сыныптарды жобалауға экономикалық орынды тәсілдер: «үлкен клиент» үлгісінде ескірген базада бар техникалардан және қазіргі жаңа үлгіден құрылған «Нөлдік клиент» технологиясы бойынша бір үлгідегі дербес компьютерлер, сыныптар қаралды.

Кілттік сөздер: Ақпараттық технологиялар, инфрақұрылым, оқу-есептеу орталығы, үлкен және кіші клиент, виртуалдау.

Burlibayev A.Zh., Bolyshanova M.Zh., Sherikbayeva L.Sh., Temirbekova Zh.E.

The development of a functional model of management of educational computer center using methodology ITSM

Sammary. This article is devoted to the organization of university computer classes, in accordance with modern methods and technology of the IT industry, such as virtualization, cloud storage technology, network software, etc. We consider the conceptual model of the infrastructure of a computer class, which focuses on providing customer service of converged network University. We described the model of the infrastructure requirements for the organization of a computer class, based on a technological solution client network as "zero / thin client" or "thick client" technolgies.

For the effective organization of a computer class, we considered a model of a policy role to access resources of the University computer network, and described the actions of users. We also considered economically feasible approach to the design of computer classes based on standard personal computers, as well as a class built on the technology of a "thick client" on the basis of existing obsolete computer equipment and class configuration built from modern model of "zero clients".

Key words: Information technology, infrastructure, educational-computing center, fat and thin client virtualization.

УДК 548.4:539.211:537.533.9:539.534.9:537.533.35

М.Ж. Байжуманов
(Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева
Астана, Республика Казахстан, baijumanov.muratbek@yandex.kz)

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ И НАНОСТРУКТУР В КРИСТАЛЛАХ LIF ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ИОНАМИ

Аннотация. Исследовано создание центров окраски в кристаллах LiF облученных ионами ^{12}C, ^{14}N, ^{40}Ar, ^{84}Kr, ^{130}Xe в зависимости от поглощенной энергии. Для легких ионов (^{12}C, ^{14}N) насыщение F центров по поглощенной энергии имеет большее значение, чем для тяжелых ионов аргона, криптона и ксенона. Насыщение концентрации F центров для ^{12}C и ^{14}N в два раза больше, чем для более тяжелых ионов. Дальнейшее облучение с легкими ионами уменьшает концентрацию F центров, предположительно из-за агрегации, в то время для тяжелых ионов насыщение концентрации остается примерно такой же, что может быть объяснено наиболее сильными рекомбинационными потерями в пределах одного трека.

Ключевые слова: LiF, тяжелые ионы, центры окраски, накопление дефектов.

Введение.

В ионных кристаллах быстрый ион создает дефекты в зависимости от энергетических потерь и энергия иона [1-2]. При создании дефектов в диэлектриках с экситонным механизмом, главную роль играет электронные потери энергии, ответственны за создание ионом дефектов, чем ядерные потери энергии отвечающие за второстепенную роль для ионов с энергией МэВ-ГэВ. Ионы с электронными потерями энергии выше 10 кэВ/нм создают в кристалле LiF зону повреждений (сердцевина трека) с радиусом в несколько нанометров, которая может быть отмеченным с помощью мало углового

рассеяния и химического травления [3-5]. Облучение ионами имеющими энергетические потери ниже порогового для создания сердцевины трека при флюенсах выше 10^{12} ионов/см^2 (соответствующее средней поглощенной энергии около 5×10^{21} эВ/см^3) создают главным образом F и F_n центры окраски. Тем не менее, при поглощенной энергии выше 10^{21} эВ/см^3 облучение легкими ионами также создает большие агрегаты и дислокационные петли [6-8].

В наших предыдущих экспериментах мы наблюдали насыщение одиночных F центров в кристаллах LiF облученных легкими ионами ^{14}N 14 МэВ с поглощенной энергией $E\sim6\times10^{23}$ эВ/см^3 (соответствующей флюенсу $\Phi=4\times10^{13}$ ионов/см^2), с последующим уменьшением концентрации F центров обусловленное вероятно формированием сложных F_n центров и больших агрегатных дефектов. Для ионов ^{84}Kr с энергией 150 МэВ, насыщение наступает при меньшей поглощенной энергии 10^{23} эВ/см^3, (соответствующей флюенсу $\Phi=10^{12}$ ионов/см^2) и их средняя объемная концентрация остается приблизительно такой же до значений поглощенной энергии 10^{25} эВ/см^3 [6, 7, 9].

Основная цель исследования подтвердить и объяснить влияние энергетических потерь иона на создание дефектов в кристаллах LiF при поглощенной энергии до 10^{25} эВ/см^3 используя обширный ряд ионов ^{12}C, ^{14}N, ^{40}Ar, ^{84}Kr и ^{130}Xe.

Образцы и методика экспериментов

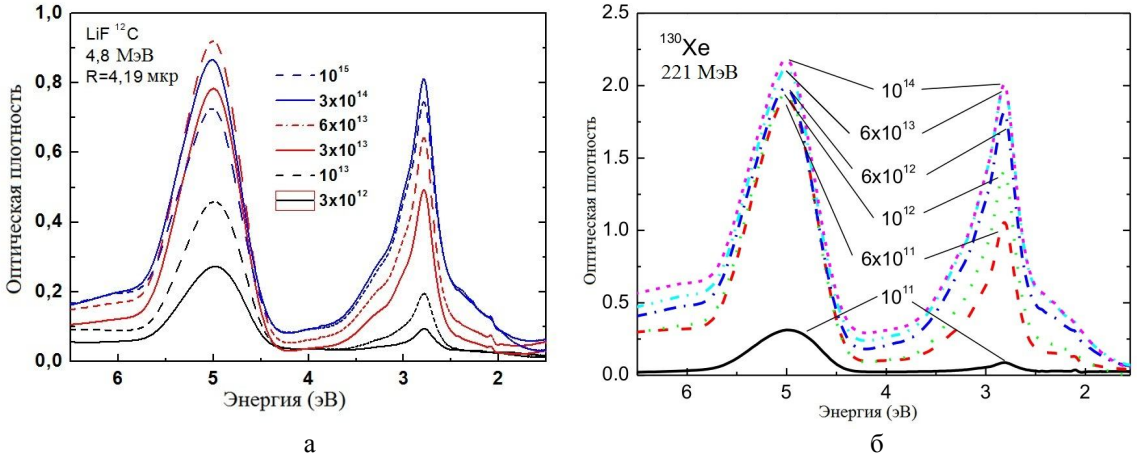
Для экспериментов использовались высококачественные кристаллы LiF, выращены из расплава в инертной атмосфере. Пластинки LiF размером 10×10 мм^2 и толщиной примерно 1 мм выкалывались вдоль плоскости (001) и облучались на циклотроне DC-60 (Астана, Казахстан) ионами ^{12}C, ^{14}N, ^{40}Ar, ^{84}Kr и ^{130}Xe с различными энергиями $E_{ион}$ (Табл.1) Толщина для всех образцов была больше длины пробега иона (*R)* [10]. Облучение проводилось при комнатной температуре до флюенсов от 10^{10} до 10^{15} ионов/см^2 при постоянной плотности ионного тока 10 нА/см^2 которая достаточно низка чтобы пренебречь эффектами нагревания [11].

Таблица 1. **Параметры облучения кристаллов LiF на ускорителе ДЦ-60**

Ион	$E_{ион}$, МэВ	R, мкм	S=E/R, кэВ/нм	Флюкс, ионов/см^2·сек
$^{12}C^{+1}$	4.8	4.19	1.15	$6.24\text{x}10^{10}$
$^{12}C^{+2}$	12	8.74	1.35	$3.12\text{x}10^{10}$
$^{12}C^{+3}$	21	16	1.31	$2.08\text{x}10^{10}$
$^{14}N^{+3}$	23	14.13	1.63	$2.08\text{x}10^{10}$
$^{40}Ar^{+6}$	56	12.4	4.52	$1.04\text{x}10^{10}$
$^{84}Kr^{+14}$	150	17.76	8.45	$4.46\text{x}10^{9}$
$^{130}Xe^{+22}$	221	18.66	11.84	$2.84\text{x}10^{9}$

Спектроскопия поглощения

Спектры поглощения облученных кристаллов LiF были измерены с помощью двух лучевого спектрофотометра UV-VIS SPECORD в спектральном интервале от 190 нм до 800 нм (6.5 – 1.55 эВ). Спектры кристаллов LiF облученных ионами ^{12}C с энергией 4,8 МэВ, и ^{130}Xe с энергией 221 МэВ представлены на рисунке 1 а и б.



а б

Рис. 1. Спектры поглощения кристаллов LiF облученных ионами 4,8МэВ ^{12}C (а) и 221МэВ ^{130}Xe (б) в зависимости от флюенса

Эффект такой же поглощенной энергии различно для 4,8 МэВ ^{12}C и 221 МэВ ^{130}Xe. Для анализа мы использовали плотность поглощенной энергии $E_{погл}= Ф \cdot E_{ион}/R$ эВ/см^3, а для оценки концентрации центров окраски (F и F_n) использовали интеграл поглощения вместо флюенса [6,11]:

$$A_F = \int_{4.13}^{5.9} D(\varepsilon)d\varepsilon \qquad \text{и} \qquad A_{Fn} = \int_{1.77}^{4.13} D(\varepsilon)d\varepsilon \tag{1}$$

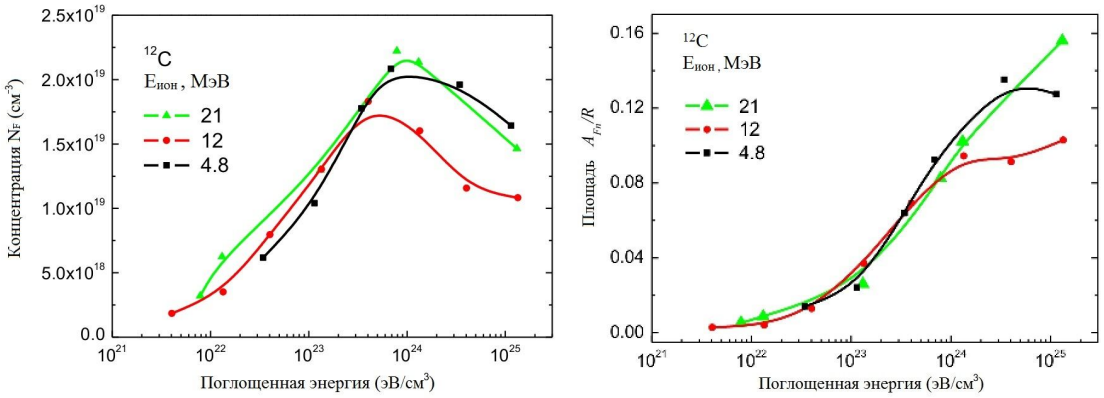
где $D(\varepsilon)$ оптическая плотность в шкале энергии фотона $(\varepsilon, эВ)$. Средняя объемная концентрация может быть оценена как N_F [см$^{-3}$]= n_F/R, где n_F концентрация F центров (см$^{-2}$) оценивалась по формуле Смакулы-Декстера [12]:

$$n_F = 9.48 \cdot 10^{15} \cdot D_F \tag{2}$$

где D_F оптическая плотность в максимуме F центра. Для сложных F_n центров (n=2, 3, 4) полосы перекрываются, поэтому объемная концентрация оценивается с использованием A_{Fn}/R.

Экспериментальные результаты и обсуждение

Для энергии 4.8МэВ, 12МэВ и 21 МэВ ионов ^{12}C средняя объемная концентрация N_F и плотность поглощенной энергии A_{Fn}/R представлены на рисунке 2 а и б. Для ионов углерода с различными энергиями, зависимость средней объемной концентрации F центров от поглощенной энергии кривые сгибаются одинаково для всех энергий углерода. После квазилинейного увеличения концентрации N_F происходит насыщение, выше поглощенной энергии $E_{abs} \sim 8\times10^{23}$ эВ/см^3 и при больших поглощенных энергиях уменьшается вследствие создания Fn центров и больших агрегатов. (Рис. 2а) [6, 7].



а б

Рис. 2. Концентрация F центров (а) и отношения A_{Fn}/R (б) в LiF облученном ионами 4.8МэВ, 12МэВ и 21МэВ ^{12}C в зависимости от плотности поглощенной энергии

Зависимость $E_{погл}$ от плотности поглощенной энергии для кристаллов фторида лития облученных углеродом имеет сигмоидную форму с медленным уменьшением при малых значениях $E_{погл}$ и линейную стадию при больших поглощенных энергиях (Рис. 2б). При $E_{погл} \geq 10^{23}$ эВ/см^3 значение $E_{погл}$ для 4.8МэВ и 12МэВ ^{12}C имеет тенденцию к насыщению, хотя для 21 МэВ ^{12}C ионов наблюдается дальнейшее увеличение.

Сравнение концентрации одиночных F центров (N_F) для ионов ^{12}C, ^{14}N, ^{40}Ar, ^{84}Kr и ^{130}Xe приведены на рисунке 3. Насыщение одиночных F центров для ионов ^{40}Ar, ^{84}Kr и ^{130}Xe имеет место при поглощенной энергии $E_{погл} \sim 10^{23}$ эВ/см^3 и концентрация насыщения равна $N_F \sim 10^{19}$ см $^{-3}$. Насыщение для LiF облученного ^{12}C и ^{14}N ионами сдвинуто к высокому значению поглощенной энергии $E_{погл} \sim 5\times 10^{23}$ эВ/см^3. Для этих ионов $N_F \sim 1{,}6\times10^{19} \div 2{,}2\times10^{19}$ см$^{-3}$ и дальнейшее облучение ведет к уменьшению концентрации одиночных F центров, различной для тяжелых ионов.

Основные результаты по созданию центров окраски в LiF представлены на рисунках 2-5 и в таблице 2. Они показывают, что ионы используемые для облучения могут быть разделены на две группы: легкие ^{12}C и ^{14}N, тяжелые ^{84}Kr и ^{130}Xe, ионы ^{40}Ar ведут себя также как тяжелые ионы (см. рисунок 3). Для легких ионов насыщение одиночных F центров происходит при флюенсах (5–6)$\times 10^{13}$ ионов/см^2 где среднее расстояние между ионными треками, оцениваемая по $d_{ион}=(1/\pi Ф)^{1/2}$, составляет

приблизительно 2нм. Для этих ионов расстояние действительно меньше чем среднее расстояние между F центрами $d_{F\text{-}F} = (1/N_F)^{1/3}$, подтверждающее сильное перекрывание треков легких ионов, необходимое для насыщения (примерно 3,8нм - 4нм) [6]. В противоположность для ионов ^{84}Kr и ^{130}Xe, мы имеем формально $d_{ион} > d_{F\text{-}F}$ (Таблица 2).

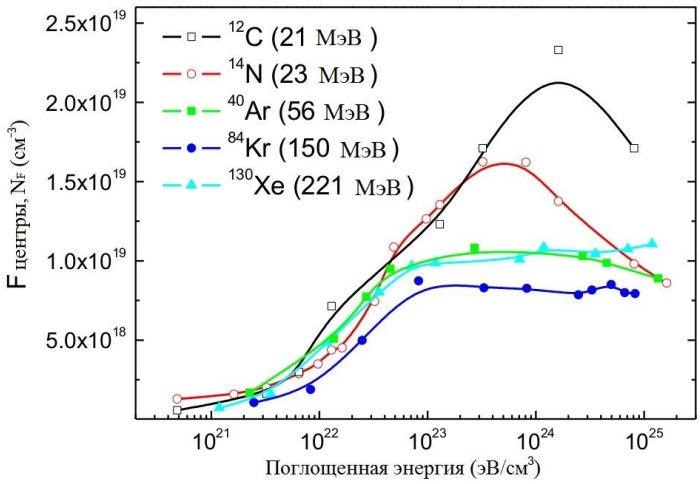


Рис. 3. Накопление F центров при облучении тяжелыми и легкими ионами

Таблица 2. **Расчетные результаты по спектрам поглощения**

Ион	**$E_{ион}$, МэВ**	**$\Phi^{нас}$, ионов/см^2**	**$E_{погл}$, эВ/см^3**	**N_F, см$^{-3}$**	**$d_{ион}$, нм**	**$d_{F\text{-}F}$, нм**
^{12}C	12	4×10^{13}	4×10^{23}	1.8×10^{19}	2.0	3.8
^{14}N	23	3×10^{13}	5×10^{23}	1.6×10^{19}	2.1	4.0
^{84}Kr	150	1.3×10^{12}	1×10^{23}	8.2×10^{18}	10	5.0
^{130}Xe	221	8×10^{11}	1×10^{23}	1.3×10^{12}	12.6	4.6

Примечание: значения $E_{погл}$, N_F, $d_{ион}$, $d_{F\text{-}F}$, взяты для насыщения

Тем не менее, $d_{F\text{-}F}$ является средним расстоянием, поскольку центры окраски концентрируются в окрестностях траекторий ионов. Таким образом, процессы насыщения в случае тяжелых ионов начинаются уже в одиночных треках. Кроме того в этих процессах должна доминировать рекомбинации центров окраски ($F + H \rightarrow 0$, $F_n + H \rightarrow F_n\text{-}1$) скорее чем агрегация. Тогда можно объяснить, почему для этих ионов мы не наблюдаем уменьшения концентрации F центров подобно для ионов ^{12}C и ^{14}N (Рис. 3 и 4).

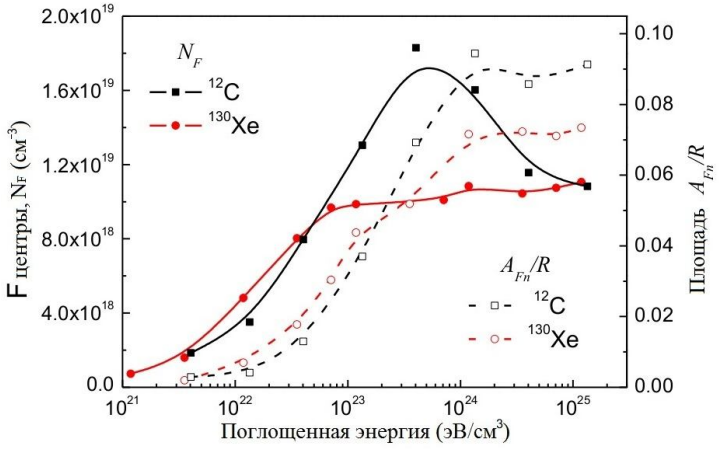


Рис. 4. Концентрация одиночных F центров и значения A_{Fn}/R LiF облученном ионами 12МэВ ^{12}C и 221МэВ ^{130}Xe в зависимости от поглощенной энергии

Концентрация F_n центров оценивалась по величине A_{Fn}/R (Рис. 4 и 5) и для легких ионов больше. Сравнили, также отношение F_n к F центрам используя площадь спектра поглощения, согласно (1) для LiF облученного 221МэВ ^{130}Xe и 12МэВ ^{12}C (Рис. 5). Отношение A_{Fn}/A_F больше для 221МэВ ^{130}Xe ион и во всем ряду поглощенной энергии достигают до 4×10^{24} эВ/см^3. Это иллюстрирует разную морфологию треков легких и тяжелых ионов [8, 9].

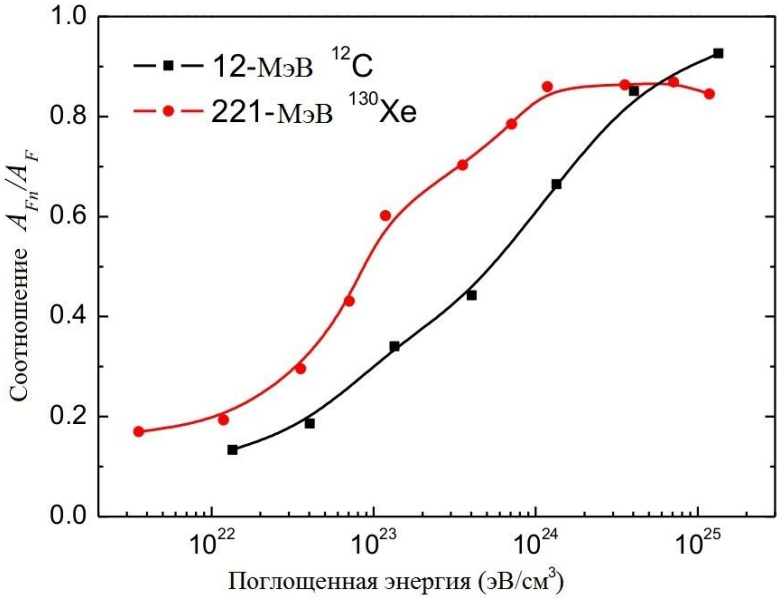


Рис. 5. Зависимость отношения A_{Fn}/R от средней плотности поглощенной энергии для LiF облученной ионами 21МэВ ^{12}C и 221МэВ ^{130}Xe

В облученном кристалле LiF ионами ^{84}Kr и ^{130}Xe наблюдалась сердцевина трека мало угловым рентгеновским рассеянием (SAXS) [3,12-14]. Сердцевины треков имели радиусы 1 и 1.2 нм соответственно. Детальные SAXS исследования сердцевины хорошо проведены по работе [4] и показали 50-70% уменьшение электронной плотности в области сердцевины трека. Микроструктура дефектной сердцевины трека до сих пор не ясна [4]. Тем не менее, теряемая энергия иона в области сердцевины может быть грубо оценена как 20-30% от $E_{погл}$ [3], и средняя энергия создания стабильного F центра на стадии насыщения может быть оценена как 8-10 кэВ для тяжелых частиц [3,9], тогда как легкие ионы тратят 20-30 кэВ на создание F центр. Поскольку создание дефектов в одиночном треке (низкий флюенс и режим слабого перекрывания) требует близкое значение энергии для различных типов ионов [12], причина такого различия снова должно быть различие в пространственном распределении центров окраски на стадии насыщения для легких и тяжелых частиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. N. Itoh, D.M. Duffy, S. Khakshouri, A.M. Stoneham, J.Phys,: Condens. Matter. 21 (2009) 474205.
2. K. Schwartz, A.E. Volkov, M.V. Sorokin, C. Trautmann, K.-O. Voss, R. Neumann, M. Lang, Phys. Rev. B 78 (2008) 024120.
3. K. Schwartz, C. Trautmann, T. Steckenreitere, O. Geiß, M. Krämer Phys. Rev. B 58 (1998) 11232.
4. S.A. Salel, Y. Eyal J. Applied Crystallography 40 (2007) 121.
5. C. Trautmann, K. Schwartz, O. Geiss, J. Appl. Phys, 83 (1998) 3560.
6. A. Russakova, M.V. Sorokin, K. Schwartz, A. Dauletbekova, A. Akilbekov, M. Baizhumanov, M. Zdorovets, M. Koloberdin, Nucl. Instr. Meth. B 313 (2013) 21.
7. Akilbekov, M. Zdorovets, M. Koloberdin, Nucl. Instr. Meth. B 326 (2014) 311.
8. R. Zabels, I. Manika, K. Schwartz, J. Maniks, R. Grants, Nucl. Instr. Meth. B 326 (2014) 318.
9. A. Dauletbekova, J. Maniks, I. Manika, R. Zabels, A. Akilbekov, M. Zdorovets, Y. Bikhert, K. Schwartz, Nucl. Instr. Meth. B 286 (2012) 56.
10. J.F. Ziegler, J.P. Biersack, U. Litmark, SRIM 2013. (www.srim.org).
11. A. Dauletbekova, K. Schwartz, M. V.Sorokin, J. Maniks, A. Rusakova, M. Koloberdin, A. Alkilbekov, M. Zdorovets, Nucl. Instr. Meth. B 295 (2013) 89.
12. K. Schwartz, C. Trautmann, A.S. El-Said, R. Neumann, M. Toulemonde, W. Knolle, Phys.Rev. B 70 (2004) 184104.

13. Trautmann, K. Schwartz, J.M. Costantini, T. Steckenreiter, M. Toulemonde, Nucl. Instr. Meth. B 146 (1998) 367.
14. K. Schwartz, G. Wirth, C. Trautmann, T. Steckenreiter, Phys. Rev. B 56 (1997) 10711.

REFERENCES

1. N. Itoh, D.M. Duffy, S. Khakshouri, A.M. Stoneham, J.Phys,: Condens. Matter. 21 (2009) 474205.
2. K. Schwartz, A.E. Volkov, M.V. Sorokin, C. Trautmann, K.-O. Voss, R. Neumann, M. Lang, Phys. Rev. B 78 (2008) 024120.
3. K. Schwartz, C. Trautmann, T. Steckenreitere, O. Geiß, M. Krämer Phys. Rev. B 58 (1998) 11232.
4. S.A. Salel, Y. Eyal J. Applied Crystallography 40 (2007) 121.
5. C. Trautmann, K. Schwartz, O. Geiss, J. Appl. Phys, 83 (1998) 3560.
6. A. Russakova, M.V. Sorokin, K. Schwartz, A. Dauletbekova, A. Akilbekov, M. Baizhumanov, M. Zdorovets, M. Koloberdin, Nucl. Instr. Meth. B 313 (2013) 21.
7. Akilbekov, M. Zdorovets, M. Koloberdin, Nucl. Instr. Meth. B 326 (2014) 311.
8. R. Zabels, I. Manika, K. Schwartz, J. Maniks, R. Grants, Nucl. Instr. Meth. B 326 (2014) 318.
9. A. Dauletbekova, J. Maniks, I. Manika, R. Zabels, A. Akilbekov, M. Zdorovets, Y. Bikhert, K. Schwartz, Nucl. Instr. Meth. B 286 (2012) 56.
10. J.F. Ziegler, J.P. Biersack, U. Litmark, SRIM 2013. (www.srim.org).
11. A. Dauletbekova, K. Schwartz, M. V.Sorokin, J. Maniks, A. Rusakova, M. Koloberdin, A. Alkilbekov, M. Zdorovets, Nucl. Instr. Meth. B 295 (2013) 89.
12. K. Schwartz, C. Trautmann, A.S. El-Said, R. Neumann, M. Toulemonde, W. Knolle, Phys.Rev. B 70 (2004) 184104.
13. Trautmann, K. Schwartz, J.M. Costantini, T. Steckenreiter, M. Toulemonde, Nucl. Instr. Meth. B 146 (1998) 367.
14. K. Schwartz, G. Wirth, C. Trautmann, T. Steckenreiter, Phys. Rev. B 56 (1997) 10711.

Байжуманов М.Ж.

Жоғарыэнергиялы иондармен сәулелеудегі LiF кристалдарындағы боялу орталықтары мен наноқұрылымдардың пайда болу ерекшеліктері

Түйіндеме. Жұтылған энергияға тәуелді ^{12}C, ^{14}N, ^{40}Ar, ^{84}Kr және ^{130}Xe иондарымен сәулеленген LiF кристалдарындағы боялу орталықтарының түзілуі зерттелді.

Аргон, криптон және ксенон ауыр иондарына қарағанда, көміртегі және азот жеңіл иондары үшін, жұтылған энергия бойынша F орталықтарының қанығуы, үлкен мәнге ие болады. Ауыр иондарға қарағанда, ^{12}C және ^{14}N үшін F орталықтары концентрациясының түзілуі екі есе артық. Жеңіл иондармен сәулелеуді жалғастырғанда F орталықтарының концентрациясы агрегация үшін азаяды деген ұйғарымға келеміз, дәл осы мезетте ауыр иондар үшін концентрация мөлшері бір трек аумағындай көлемде рекомбинациялық жоғалтулардың қатты жүруімен түсіндіруге болатын шамада болып қала береді.

Негізгі сөздер: LiF, ауыр иондар, боялу орталықтары, ақаулардың жиналуы.

Baizhumanov M.Z.

Peculiarities of color centers and nanostructures creation in LiF crystals irradiated with high energy ions

Summary. Peculiarities of color center creation in LiF crystals irradiated with ^{12}C, ^{14}N, ^{40}Ar, ^{84}Kr, and ^{130}Xe ions were studied depending on the absorbed energy.

For light carbon and nitrogen ions the saturation of single F centers takes place at higher absorbed energy than that for heavy argon, krypton xenon ions. The saturation concentration of F centers for ^{12}C and ^{14}N is twice of that for the heavier ions. Further irradiation with light ions decreases concentration of F centers, presumably due to aggregation, whereas for heavy ions the saturation concentration remains approximately the same that can be explained by much stronger recombination losses within single tracks.

Key words: LiF, Heavy ions, Color centers, Defect accumulation.

УДК 004.9

Б.Г. Муканова, Т. Миргаликызы
(Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Астана, Республика Казахстан, m_t85@mail.ru)

ИНТЕГРАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ ЗОНДИРОВАНИЯ НАД СРЕДОЙ С РЕЛЬЕФОМ ДНЕВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Аннотация. В статье рассматривается решение прямой задачи зондирования среды методом сопротивлений для двумерных и трехмерных сред с рельефом дневной поверхности. Для расчета поля для

такой модели среды применяется метод интегральных уравнений. В качестве математической модели для описания электромагнитных процессов в среде используются уравнения Максвелла. Приводится вывод интегрального уравнения для плотностей вторичных источников тока. Метод позволяет рассчитывать поле точечного источника на поверхности, которая не является гладкой.

Ключевые слова: прямая задача зондирования среды методом сопротивлений, интегральное уравнение, рельеф дневной поверхности.

Метод электроразведки является методом возбуждения и наблюдения электрического поля с целью получения информации о строении геологического разреза. Одним из основных методов современной электроразведки является вертикальное электрическое зондирование в модификации 2D электрической томографии [1].

В методе электрической томографии питающий ток производит в среде электрическое поле, пространственные и амплитудные характеристики которых сильно зависят от следующих факторов:

во-первых, от геометрии установки или взаимного расположения питающих и приемных электродов;

во-вторых, от структуры геоэлектрического разреза или, иными словами, пространственного распределения удельного электрического сопротивления ($\rho(x, y, z)$);

в-третьих, от рельефа земной поверхности.

Последнее обстоятельство сильно усложняет задачу решения обратной задачи нахождения распределения $\rho(x, y, z)$ по результатам физического измерения на поверхности земли компонент электрического поля $E_x(x, y, r)$, $E_y(x, y, r)$. Изучение влияния рельефа на данные методов постоянного тока рассматривались в работах [2], [3]. В работах учет рельефной формы дневной поверхности Земли не доведены до систематического численного моделирования и имеющиеся в настоящее время методики поправок за рельеф имеют приближенный характер.

Для выявления влияния рельефа на искажения поля и кривых кажущихся сопротивлений мы рассмотрим математическую модель вертикального электрического зондирования над однородной проводящей средой с рельефной дневной поверхностью.

Сделаем некоторые предположения относительно геометрии среды. Допустим, что проводящая среда занимает часть пространства Ω, ограниченного некоторой бесконечной кусочно-гладкой поверхностью Γ. Предположим, что вне некоторого круга граница области совпадает с плоскостью $z=0$, а внутри круга допускает кусочно-гладкую параметризацию:

$$\Omega = \Big\{(x,y,z)|z > 0, \text{если } \sqrt{x^2+y^2} \geq R \text{ и } z = Z(s,t), x = X(s,t), y = Y(s,t), \\ \text{если } \sqrt{x^2+y^2} < R,\ s \in [s1,s2], t \in [t1,t2]\Big\} \quad (1)$$

Рассмотрим задачу определения электрического поля в среде занимающей область Ω. Уравнение для потенциала поля выводятся из уравнений Максвелла для электромагнитного поля в среде:

$$\varepsilon \frac{\partial}{\partial t} E - rotH + \sigma E + j^{cm} = 0, \qquad (x,y,z) \in \Omega, t > 0$$
$$\mu \frac{\partial}{\partial t} H + rotE = 0 \quad (2)$$

Здесь $E=(E_1,E_2,E_3)^T$, $H=(H_1,H_2,H_3)^T$ – векторы напряженности электрического и магнитного полей; σ, ε, μ, - проводимость среды, ее диэлектрическая и магнитная проницаемости соответственно, j^{cm} – плотность сторонних токов.

Для стационарного поля и в отсутствии мы получаем из (2) что

$$rot\,H + \sigma E + j^{cm} = 0,$$
$$rot\,E = 0,\ (x,y,z) \in \Omega, t > 0 \quad (3)$$

Из второго уравнения следует, что электрическое поле является потенциальным и мы можем ввести электростатический потенциал в виде $E = \nabla u$. Применяя к первому уравнению (3) оператор дивергенции, получаем уравнение для потенциала

$$div(\sigma \nabla u) + j^{cm} = 0 \quad (4)$$

В качестве источника сторонних токов у нас служат питающие электроды помещенные границе области, а внутри рассматриваемой области других источников тока нет. Поэтому мы переносим

источник тока в краевое условие, а внутри среды в случае постоянного коэффициента σ получаем уравнение Лапласа для потенциала поля:

$$\Delta u = 0 \tag{5}$$

Питающий электрод моделируется в виде точечного источника в полупротранстве с проводимостью σ. Потенциал точечного источника записывается в виде:

$$U_0 = -\frac{2I}{4\pi\sigma R} = -\frac{I}{2\pi\sigma R} \tag{6}$$

и обеспечивает в точке A на границе среды ток с плотностью, выражающийся через дельта-функцию:

$$j_0 = \sigma\nabla U_0 = \frac{I}{2\pi}\delta(\bar{r} - OA) \tag{7}$$

Здесь O - точка начала координат, A - точка расположения питающего электрода. Отсюда имеем, что на границе должно выполняться краевое условие.

$$\sigma\frac{\partial U}{\partial \mathrm{n}}\bigg|_{\Gamma} = \frac{I}{2\pi}\delta(\bar{r} - \overline{O\vec{A}}) \tag{8}$$

Потребуем также удовлетворения условия убывания на бесконечности

$$u(\infty) = 0 \tag{9}$$

Сведем задачу вычисления потенциала поля к интегральному уравнению. Сведение уравнений Лапласа и Пуассона к интегральным уравнениям есть классический прием для анализа свойств решений и получений априорных оценок. Однако, для задач зондирования над средой с рельефом дневной поверхности этот метод применяется здесь впервые.

Представим решение задачи (5), (8), (9) в произвольной точке P в виде суммы потенциалов точечного источника в однородном полупространстве и неизвестной регулярной добавки:

$$U(P) = U_0(P) + \frac{I}{\sigma}u(P) = \frac{I}{\sigma}\left(\frac{1}{2\pi\,|\,AP\,|} + u(P)\right)$$

Подставляя функцию $U(P)$ в (5), (8), (9), получаем, что функция $u(P)$ в точках $P \in \Omega$ удовлетворяет задаче:

$$\begin{cases} \Delta u = 0 \\ \sigma\dfrac{\partial u}{\partial \mathrm{n}}\bigg|_{\Gamma} = -\sigma\dfrac{\partial U_0}{\partial \mathrm{n}}\bigg|_{\Gamma} + \dfrac{I}{2\pi}\delta(\bar{r} - \overline{O\vec{A}}) \\ u(\infty) = 0 \end{cases} \tag{10}$$

Будем искать функцию $u(P)$ в виде потенциала простого слоя [4] с плотностью $q(M)$ на поверхности среды:

$$u(P) = \frac{1}{4\pi}\iint_{\Gamma}\frac{q(M)}{/\,PM\,|}d\Gamma(M) = \frac{u_1(P)}{4\pi} \tag{11}$$

Представление (10) означает поляризацию поверхности среды, вызванную отклонением формы поверхности от плоской. Индуцированный на поверхности потенциал поля от зарядов $q(M)$ компенсирует внешнее поле точечного источника таким образом, что суммарный ток через поверхность будет равно нулю (исключая точку A).

Известно, что функция вида (10) удовлетворяет уравнению Лапласа (5) вне граничной поверхности. Потребуем, чтобы выполнялось граничное условие, обеспечивающее физическое требование, чтобы ток через поверхность во всех точках среды, исключая точку A, был равен нулю.

Будем считать, что положительное направление нормали направлено вовне среды, тогда ток через поверхность выражается через нормальную производную потенциала извне. Согласно свойствам потенциала простого слоя [4], нормальная производная потенциала имеет разрыв на поверхности Γ. Согласно [4], ее значение с внешней стороны поверхности выражается как

$$\left(\frac{\partial u_1}{\partial n}\right)_{+} = -2\pi q(P) + \int_{\Gamma} q(M)\frac{\cos\psi_{PM}}{|PM|}d\Gamma(M) \tag{12}$$

Здесь угол ψ_{PM} есть угол между PM и направлением нормали в точке M. Выражение (11) позволяет получить интегральное уравнение на неизвестную функцию $q(M)$.

Подставим (12) в краевое условие в (10). Имеем:

$$4\pi\sigma\left(\frac{\partial u}{\partial n}\right)_+ = -2\pi q(P) + \int_\Gamma q(M)\frac{\cos\psi_{PM}}{|PM|}d\Gamma(M) = -4\pi\sigma\frac{\partial U_0}{\partial n} + 2I\cdot\delta(\overrightarrow{PM}),$$

или

$$q(P) = \frac{1}{2\pi}\iint q(M)\frac{\cos\psi_{PM}}{|PM|^2}d\Gamma(M) + \frac{\partial}{\partial n}\left(\frac{I}{\pi|PM|}\right) - \frac{I}{\pi}\cdot\delta(\overrightarrow{PM}) \qquad (13)$$

Вводя в качестве единицы измерения для плотности зарядов $q(M)$ величину $[q] = I/R^2$, где R – некоторый масштаб длины, мы получаем из (13) искомое уравнение на плотность $q(P)$:

$$q(P) = \frac{1}{2\pi}\iint q(M)\frac{\cos\psi_{PM}}{|\overrightarrow{PM}|^2}d\Gamma(M) + \frac{\partial}{\partial\vec{n}}\left(\frac{1}{\pi|\overrightarrow{PM}|}\right) - \frac{1}{\pi}\cdot\delta(\overrightarrow{PM}) \qquad (14)$$

Уравнение (14) представляет собой уравнение Фредгольма 2 рода с сингулярным ядром [5] - [7].

На рисунке 1 построены форма рельефа поверхности и плотность вторичных источников, полученных путем решения интегрального уравнения (14).

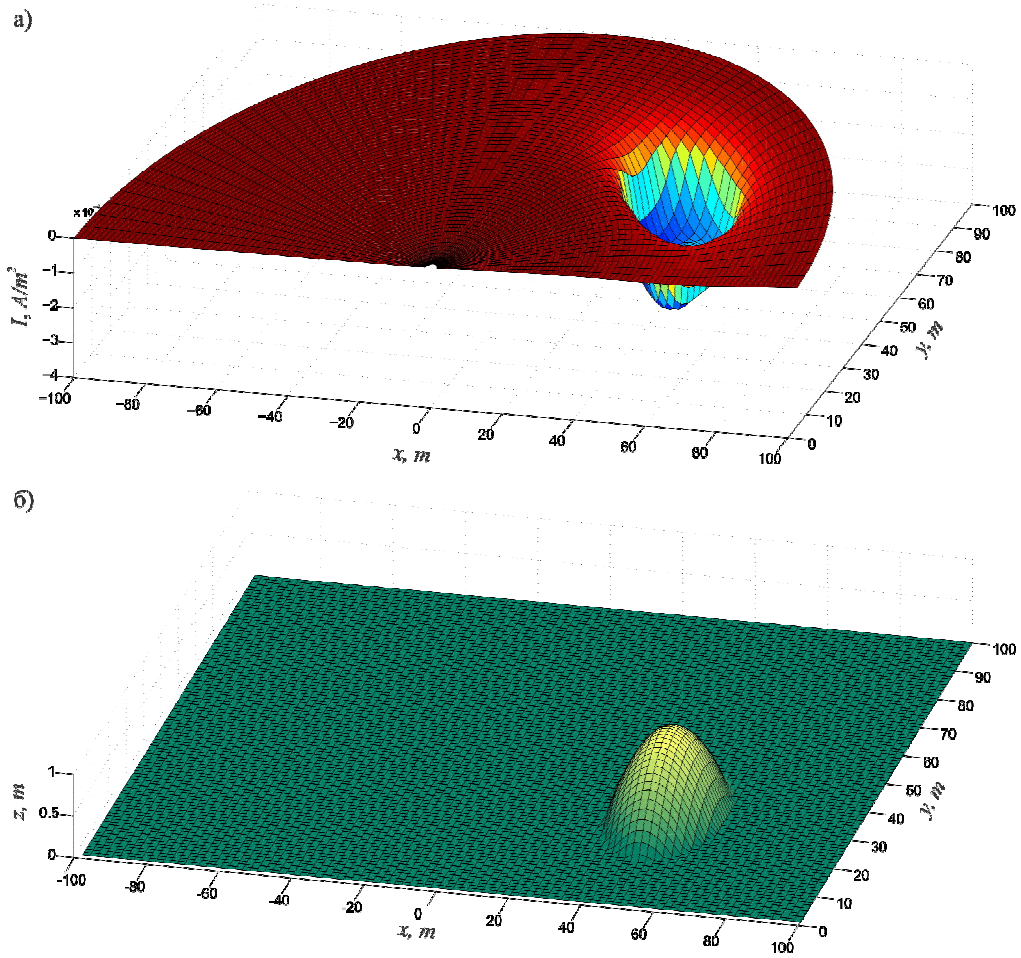


Рис.1. Плотность распределения вторичных источников на поверхности: а) форма рельефа дневной поверхности; б) плотность распределения вторичных источников

Выводы. В результате получено интегральное уравнение для решения прямой задачи для плотностей вторичных источников тока на рельефной поверхности среды. Выполнено математическое моделирование, которое позволяет построить функцию кажущегося сопротивления, с учетом основных закономерностей формирования электрического поля, связанных с влиянием рельефа. Разработан численный математический алгоритм и компьютерная программа решения прямой задачи электроразведки постоянным током для произвольных двумерных и трехмерных сред, осложненных рельефом поверхности Земли.

Работа поддержано грантом МОН РК договор №46 от 12.02.2015 г.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Модин И.Н., Бобачев А.А. Электротомография со стандартными электроразведочными комплексами // Разведка и охрана недр. - 2008. - № 1. - С. 43-47.

[2] Demirci I., Erdogan E., Candasayar E.M. Two-dimensional inversion of direct current resistivity data incorporating topography by using finite difference techniques with triangle cells: Investigation of Kera fault zone in western Crete // Geophysics. - 2012. - vol. 77. - no. 1. - P. 67-75.

[3] Penz S., Chauris H., Donno D., Mehl C. Resistivity modeling with topography // Geophys. J. Int. - 2013. - 194. - P. 1486–1497.

[4] Владимиров В.С. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1981. - 512 с.

[5] Петровский И.Г. Некоторые классы сингулярных уравнений. - М., 1979.

[6] Михлин С.Г. Многомерные сингулярные интегралы и интегральные уравнения. - М., 1962.

[7] Мусхелишвили Н.И. Сингулярные интегральные уравнения. - М., 1968.

REFERENCES

[1] Modin I.N., Bobachev A.A. Elektrotomografiya so standartnymi elektrorazvedochnymi kompleksami // Razvedka i okhrana nedr. - 2008. - № 1. - S. 43-47.

[2] Demirci I., Erdogan E., Candasayar E.M. Two-dimensional inversion of direct current resistivity data incorporating topography by using finite difference techniques with triangle cells: Investigation of Kera fault zone in western Crete // Geophysics. - 2012. - vol. 77. - no. 1. - P. 67-75.

[3] Penz S., Chauris H., Donno D., Mehl C. Resistivity modeling with topography // Geophys. J. Int. - 2013. - 194. - P. 1486–1497.

[4] Vladimirov V.S. Uravneniya matematicheskoy fiziki. - M.: Nauka, 1981. - 512 s.

[5] Petrovskiy I.G. Nekotorye klassy singulyarnykh uravneniy. - M., 1979.

[6] Mikhlin S.G. Mnogomernye singulyarnye integraly i integral'nye uravneniya. - M., 1962.

[7] Muskhelishvili N.I. Singulyarnye integral'nye uravneniya. - M., 1968.

Муқанова Б.Ғ., Мирғалиқызы Т.

Жер беті бедерлі орта үстінде зондтаудың тура есебін шешуге арналған интегралдық теңдеу

Түйіндеме. Мақалада екіөлшемі және үшөлшемді бедерлі жер беті бар орталар үшін кедергі әдісімен ортаны зондтаудың тура есебті шешу қарастырылады. Мұндай орта моделіне арналған өрісті есертеу үшін интегралдық теңдеулер қарастырылады. Ортаның электромагниттік үрдістерін сипаттау үшін математикалық модель ретінде Максвелл теңдеулері қолданылады. Екінші ретті ток көздері тығыздықтарын есептеуге арналған интегралдық теңдеудің қорытылуы келтіріледі. Әдіс тегіс болып табылмайтын бетте нүктелік ток көзінің өрісін есептеуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: кедергі әдісімен ортаны зондтаудың тура есебі, интегралдық теңдеу, жер бетінің бедері.

Mukanova B., Mirgalikyzy T.

Integral equation for solving the direct problem of sounding the medium with the surface topography

Summary. The direct task of the subsurface exploration for two-dimensional and three-dimensional medium with surface relief by the resistivity method is analyzed. To calculate the resistivity field for such a medium, the method of integral equations is applied. An integral equation for the solution of the direct problem for secondary sources of current densities on the surface of the medium are derived. This method enables the calculation of the resistivity field of a point source on a surface that is not smooth.

Key words: direct problem of sounding medium by the method of resistivity, integral equation, the surface topography.

УДК 338

Н. Асылханова
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, Nazym-a@mail.ru)

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ БИЗНЕС – ПРОЕКТОВ

Аннотация. Бизнес-проект представляет собой документ, в котором представлено полное описание и обоснование того или иного проекта, а также возможностей всесторонней оценки эффективности решений, принятых при его реализации. То есть, в целом, бизнес проект отвечает на вопрос - имеет ли смысл вкладывать деньги в тот или иной проект.

Правильно составленный бизнес-проект не только ключ к сердцу инвестора, но и залог того, что ваше предприятие будет успешно развиваться.

Ключевые слова. Проект, систем управления проектом, компания, бизнес проект, товар, услуги, продажа, конкуренты.

Закономерным веянием «моды управления» последнего времени в нашей стране стала реализация деятельности многих компаний в самых разных областях в форме проектов. Преимущества проектного подхода в управлении – нацеленность на конечные результаты, высокая степень контроля временных, стоимостных и качественных параметров достигаемых результатов, предельная мобилизация трудовых ресурсов – неоспоримы и успешно доказаны на практике.

Вместе с тем, формирование систем управления проектом (СУП) в крупных компаниях осложнено рядом проблем, таких как сложность предметной области осуществляемых проектов, запутанность применяемых схем финансирования работ, огромное количество участников проекта. Поэтому при построении СУП в крупных компаниях необходимо учесть множество особенностей, вызываемых указанными проблемами. [1]

Исходя из имеющегося казахстанского опыта построения подобных систем представляется возможным выявить перечень принципов СУП, адекватный учет и отражение которых может быть полезным для становления и развития СУП в крупных организациях:

* Единая методология управления проектом;
*Комплексность;
*Этапность формирования;
*Обеспеченность инструментальной поддержкой;
*Наличие и тиражируемость типовых решений;
*Модульность;
*Обеспеченность интеграционной составляющей проекта;
*Обеспеченность руководства проектом полномочиями.[2]

Важной задачей в построении СУП является создание и распространение на всех участников проекта (как внешних, так и внутренних) единой методологии управления проектом. «Носителем» такой методологии должна быть специализированная структура, осуществляющая поддержку использования участниками проекта методологии управления проектами. В зависимости от уровня зрелости компании это может быть либо внешняя подрядная организация, либо подразделение самой компании (в зарубежной литературе за подобной структурой закрепился термин "Офис проекта").

В рамках создания единой методологии управления конкретным проектом могут быть созданы комплекты методических материалов и шаблонов основных документов по управлению проектом, которые должны быть согласованы с корпоративными стандартами и методиками по управления проектами организации. К числу документов подобного рода могут относится:

1. Комплект документации о функциях органов управления проектом;

2.Методические материалы по выделенным группам процессов управления проектом (инициация, планирование, управление изменениями, контроль, завершение);

3. Методические материалы по управлению реализацией отдельных функциональных областей проекта;

4. Шаблоны основных документов и календарных планов проекта.

Комплексность СУП предполагает построение такой системы, которая охватывает все факторы внешнего и внутреннего окружения проекта, интересы и роли всех участников проекта, технологические цепочки создания продукции проекта и т.д., и, исходя из этого, формирует целостную среду управления проектом. Для создания комплексной СУП требуется приложение усилий со стороны всех участников проекта, в первую очередь, работа со стороны подрядных организаций по созданию собственных систем управления проектом, интегрированных с СУП заказчика.

Комплексность СУП должна быть также направлена на создание в рамках проекта единой системы формирования требований и постановки целей, согласования и интеграции результатов. Необходимо обеспечить наличие в организационной структуре управления проектом единой вертикали власти и адекватного распределения ответственности между участниками проекта.

Этапность формирования СУП обусловлена этапностью самого проекта и подразумевает определение этапов разработки и развития СУП в рамках процессов управления проектом. Стратегия поэтапного создания СУП обеспечивает актуальность появления и использования модулей в проекте, позволяет регулировать отработку методологических и организационных решений и производить корректировку разработки программно-аппаратных и информационных комплексов СУП. Стратегия создания СУП должна быть закреплена в техническом задании на разработку СУП или описана в документе со стороны заказчика проекта. [2]

Создание мощного инструментария информационной поддержки СУП призвано обеспечить необходимое взаимодействие между всеми участниками проекта и поддержку процессов управления посредством использования программно-технических средств. Центральное место в инструментальной части современной СУП должно занимать программное обеспечение календарно-сетевого планирования и контроля проектов, такое как Microsoft Project версии 2002 и выше, OpenPlan, P3e, Artemis. Программный продукт должен быть клиент-серверного типа для обеспечения распределенной работы над календарными планами проекта.

Система информационного обеспечения СУП также должна содержать следующие компоненты:

*Средства управления документооборотом по проекту;

*Средства управления инфраструктурой проекта;

*Информационно-справочные системы, базы данных по проектным технологиям;

*Инструменты моделирования и аналитики бизнес-процессов и процессов управления проектом

*Средства обеспечения групповой работы и удаленного доступа к информационным ресурсам по проекту.

Проекты крупных организаций требуют масштабных разработок не только для реализации самого проекта, но и для построения системы управления этим проектом. Некоторые типовые решения способны существенно облегчить процедуру разработки СУП и придать системе управления проектом единообразие и ясность. Отсюда следует необходимость тиражируемости типовых решений. В этом направлении возможно создание некоего типового модуля системы управления, который был бы «растиражирован» – распространен с необходимой адаптацией – на отдельные сегменты структуры проекта. Допускается альтернативный вариант – создание тиражируемых решений на базе пилотной модели (прототипа). В этом случае выбирается определенная (пилотная) зона проекта (допустим, реализация некой выделенной задачи проекта) и на ней отрабатываются методики и средства управления проектом, а затем, с необходимыми корректировками, комплекс данных разработок тиражируется на весь проект.[3]

Учитывая сложность структуры проектов крупных компаний, тиражирование происходит в двух направлениях: «горизонтальном» и «вертикальном».Первое направление предполагает распространение типовых решений на множество функциональных (технологических) областей проекта, второе – копирование и последующая настройка типового модуля по уровням управления проектом (как правило, «сверху вниз» – с уровня центрального офиса на уровень филиалов). Каждый тип тиражирования предполагает свои особенности, связанные с целями, областью приложения проекта, принципами регулярного управления в компании, что должно быть адекватно отражено в технологии тиражирования[4]

Направления тиражирования типовых решений при создании СУП

Модульность СУП напрямую связана с необходимостью тиражируемости и подразумевает соответствие СУП структуре проекта. Модули СУП должны соответствовать основным подпроектам и обеспечивать повышение управляемости проекта в целом и выстраивание схемы распределения ответственности за реализацию целей подпроектов. Одним из таких подпроектов может быть пилотная модель. В соответствии с направлениями тиражирования можно выделить две группы подпроектов:

* подпроекты, реализующие определенную функциональную область (часть цели) проекта на всех уровнях управления;

* подпроекты, реализующие на определенном уровне управления цели проекта.

К этим двум группам, в зависимости от сложности проекта, может добавляться третий вид подпроектов – интеграционные подпроекты.

Наличие интеграционных задач, направленных на обеспечение целей проекта и интеграцию результатов, зачастую обусловлено сложностью области приложения проекта. Механизм управления интеграцией результатов проекта должен обеспечить сохранение единства методологических, технологических и программно-технических платформ при реализации проекта. Интеграция при реализации крупного проекта должна исключить дублирование и несогласованность работ.[5]

В проектах создания сложных систем (информационно-управляющих, автоматизированных, организационных) можно говорить об интеграционных подпроектах. В соответствии со спецификой проекта количество подобных подпроектов может варьироваться от одного-двух до десятка. Возможный перечень категорий интеграционных подпроектов в проектах создания информационных систем (именно такие проекты – проекты развития – актуальны для российских крупных компаний в настоящее время) может быть следующим:

*Техническая интеграция проекта;

*Обеспечение информационной безопасности;

* Обучение пользователей;

*Методическое обеспечение проекта;

*Взаимодействие с внешними системами;

*Тиражирование типовых программных решений в проекте.

Крупные компании имеют, как правило, сложную многоуровневую территориально распределенную организационную структуру. В процессе реализации проекта участвует множество различных подразделений со стороны заказчика и внешние подрядные организации. Поэтому для успешного осуществления проекта необходимо наделить лиц, руководящих проектом, высокими властными полномочиями.

Представленный перечень принципов создания СУП в крупных компаниях далеко не полон, однако наметившаяся в современной литературе тенденция формализации теории и практики управления проектами позволяет надеяться на развитие опыта в данной области.

Если уже есть идея бизнес-проекта. Важно будет задокументировать и ещё более отточить интеллектуальный труд – сделать бизнес-проект. С чего и как начать процесс написания бизнес-проекта; каковы главные принципы написания; основная структура и главные части бизнес-проекта; какие самые распространённые оплошности допускают начинающие, как их избежать и др.[6]

Написание бизнес-проекта – дело не простое, но и не такое бесконечное, как может показаться вначале. Плюсы от его наличия с лихвой окупают время и силы, затраченные на его создание, внесение промежуточных корректив и окончательную доработку. Важно только отнестись к написанию предельно внимательно. Бизнес-проект позволяет заранее продумать будущие действия по реализации проекта. В данном разделе процесс создания бизнес-проекта рассматривается максимально подробно, особенность любого бизнес-проекта как раз в его внешней простоте!

Первые разделы бизнес-проекта

Первые два раздела – «Резюме» (основная выжимка) и «Главная идея проекта» – это, по сути, самая важная часть бизнес-проекта! Обусловлено это тем, что потенциальные инвесторы и партнеры именно эти две части читают в первую очередь. Резюме, если оно написано грамотно, чётко и доступно, дает возможность сразу понять основную цель создаваемого проекта, а в случае интереса перейти к более подробному изучению других разделов бизнес-проекта.

При этом важно отметить, что раздел «Резюме» составляется в самую последнюю очередь и включает в себя сжатое изложение цели, задач и основных показателей проекта.

Удобство наличия вышеобозначенных разделов также обусловлена тем, что даёт возможность рассылать своим партнерам и инвесторам ещё на предварительной стадии переговоров не весь бизнес-проект целиком, а лишь его основную часть, но уже в виде краткого инвестиционного предложения. Также добавим, что объем резюме бизнес-проекта для любого проекта не должен быть больше 1 страницы Word.

Раздел маркетинга

Ранее уже обозначалось колоссальное значение маркетинговой подготовки (исследования, прогнозирование, ценообразование и т.п.) бизнес-проекта. Теперь подробнее о самой маркетинговой части.

Виды товаров и услуг

Здесь необходимо определить для себя и представить в бизнес-проекте то уникальное преимущества своей продукции или услуг, которые отвечают желаниям и потребностям покупателей, но пока не удовлетворяются аналогичным товаром или услугами конкурентов. Другими словами, основная задача этого раздела – доказать, что Ваши товары (услуги) имеют ценность для Клиентов и будут пользоваться спросом.

Рынок сбыта

Цель данного раздела – показать, как можно реализовать этот товар или услугу, довести их до конечного потребителя.

Естественно, для этого требуется изучить рынок сбыта и выявить потенциальных покупателей, а также спрогнозировать их спрос на эти товары или услуги при Ваших ценах.

Здесь необходимо наглядно показать, что для этого товара (услуги) рынок сбыта действительно существует, и что по силам использовать те каналы сбыта, которые он предоставляет.

Скажем сразу, как начинающему бизнесмену, не имеющему опыта прошлых продаж и получения прибылей, будет сложно провести полный анализ рынка и, конечно, придется действовать на основе разумных предположений, личных наблюдений и опыта похожих проектов.

Тем не менее, нужно проанализировать сегмент рынка, на котором будут продавать этот товар, оказывать Вашу услугу.

Также важно понять, что качественный анализ деятельности конкурентов поможет избежать их неудач и применить в работе их положительный опыт.

Прогнозируемый объём продаж

Изучив рынок сбыта, необходимо составить прогноз объема продаж товара или услуги на первый год работы. Прогноз должен быть составлен с помесячной разбивкой. При этом необходимо учитывать фактор сезонности (если таковой имеется в вашем сегменте рынка), долю на рынке с учетом конкуренции, производственные возможности и другие факторы, которые могут иметь существенное значение.

Прогноз продаж следует составить для трех сценариев (пессимистического, оптимистического и реалистического).

Маркетинговая поддержка

План продвижения товаров (услуг) или маркетинговой поддержки должен дать описание программы действий по доведению товаров (услуг) до покупателей и рассчитать, сколько для этого потребуется финансовых вложений.

Далее. Анализ цен конкурентов даёт возможность определить средний уровень цен на товар или услугу. Максимально возможная цена устанавливается на товар (услугу), отличающийся высоким качеством и уникальными достоинствами.

Что касается цены, определяемой спросом, она может колебаться во всем диапазоне: от минимальных до максимальных значений. В любом случае, надо устанавливать на свои товары или услуги такие цены и так изменять их в зависимости от ситуации на рынке, чтобы овладеть определенной долей рынка и получить целевую прибыль. Это не так просто. Но жизненно необходимо!

План сбыта

В этой части нужно описать, как именно намерены продавать товары и услуги (какие способы и каналы их реализации использовать):

- Собственными силами или через посредников

- Оптом или в розницу
- По предварительным заказам (по телефону, через сайт и т.д.) или иным способом.

Тут первейшая задача состоит в том, чтобы максимально облегчить потребителю процесс совершения покупки.

План комплекса продвижения

Здесь нужно отразить, как именно доводить информацию о товарах (услугах) до потенциальных покупателей.

Следующие вопросы:

- Рекламирование своего товара или услуги
- Сообщение о конкретных информации о товарах или услугах
- Размещение информаций о товарах или услугах
- Финансовое вложение, в инвестирование в рекламу

Стоит отметить следующий момент. Общий объём всех подразделов, касающихся комплекса маркетинга обычно не превышает 5-10 страниц.

Объём подразделов принципиально зависит от особенностей предприятия:

- Разнообразие видов деятельности
- Широта ассортимента товаров (услуг)
- Число конкурентов и т.д.

Написание бизнес-проекта. Важное правило здесь: предприниматель должен самостоятельно написать бизнес-проект, даже если это требует большого количества времени и у предпринимателя нет навыков такого рода работы. Помощь консультантов предпринимателю завершается на предыдущем этапе, когда внутренние и внешние консультанты помогают собрать необходимую информацию и осуществляют ее первичную обработку. На конечном этапе консультанты могут ассистировать предпринимателю.

Оформление бизнес-проекта начинается с подготовки титульного листа. Он должен сразу обеспечить информацию о том, где, когда и кем составлен данный документ. Здесь же указывается название проекта, которое должно кратко и четко формулировать идею, заложенную в бизнес-проекте.

Вторая страница плана содержит оглавление, которое должно отражать его структуру. Это номенклатура разделов или параграфов. При любом варианте содержание должно быть четко оцифровано обязательно арабскими цифрами. Затем идет введение, в котором указаны задача составления бизнес-проекта и круг лиц, которым он адресован. Целесообразно также отметить, почему возникла необходимость в создании данного проекта или инвестиционного замысла.

Объем резюме не должен превышать нескольких страниц. В этом разделе указывается все главное, что должно быть понято и оценено потенциальным инвестором, т. е. информация, дающая представление о фирме и обеспечивающая все необходимые данные, характеризующие ее коммерческую деятельность. В приоритетном порядке указываются направления деятельности компании, по каждому направлению определяются целевые рынки и ответственные лица. Составители плана должны кратко и четко сформулировать основные цели проекта, а также его конкретные задачи.

Таким образом, в разделе должны быть освещены основные цели фирмы, ее стратегия, разработанные для ее достижения конкретные мероприятия.

Эти данные целесообразно представить в форме таблицы, содержащей описание деловых приемов, которые собирается использовать фирма, и соответствующих им мероприятий, направленных на решение конкретных задач в рамках выбранной стратегии.

Целесообразно также определить в таблице круг лиц, ответственных за выполнение различных мероприятий. Указание там же точных сроков реализации важно как для составителя проекта, так и для потенциального инвестора. Определение в бизнес-ппроекте временных рамок показывает, что проект разработан подробно и добросовестно.

В разделе, посвященном товарам и услугам, описываются все товары и услуги фирмы, которые предлагаются на рынке покупателям. Подготовке раздела предшествует значительная предварительная работа по выбору товара или услуги, который должен стать основой бизнеса фирмы. В рамках данного раздела необходимо подробно описать предлагаемые товары и услуги, указать их основные преимущества в глазах потребителя, а также имеющиеся недостатки и меры по их преодолению. Особо следует подчеркнуть разницу между тем, что представлено на рынке в

настоящее время, и тем, что собирается в будущем предложить фирма, так как выход на рынок и рост объемов продаж напрямую зависят от уникальных свойств представленного в бизнес-плане продукта.

Цель раздела, посвященного анализу рынка и сбыта, – предоставить инвестору достаточные фактические материалы, чтобы убедить его в конкурентоспособности рассматриваемого проекта, а также помочь предпринимателю определить, кто будет покупать его товар и где его ниша на рынке. Этот раздел является одним из наиболее трудных и важных, так как он построен на рыночных оценках, которые оказывают непосредственное влияние на финансовый и производственный планы компании.

В разделе бизнес-проекта, посвященном маркетингу, освещаются способы достижения намечаемых объемов продаж и доведения выпускаемой продукции до потребителя. Необходимо, чтобы в плане были указаны общая стратегия маркетинга, принятая в фирме, схема ценообразования и реализации товара, а также методы стимулирования роста объемов продаж. Большое значение имеют также организация послепродажного обслуживания клиентов, реклама выпускаемых товаров и формирование общественного мнения о товарах и фирме, их выпускающей.

Раздел «План производства» включается в бизнес-проект только теми предпринимателями, которые собираются заниматься производством товаров. Главная задача здесь – убедить потенциальных партнеров, что фирма будет в состоянии производить необходимое количество товара требуемого качества в нужные сроки.

В разделе, посвященном риску, освещаются проблемы, которые могут возникнуть у фирмы в процессе реализации проекта, и основные методы защиты от потенциальных трудностей. Данный раздел содержит следующие составные части:

1) перечень возможных рисков с указанием вероятности их возникновения и ожидаемого ущерба от этого;

2) организационные меры по профилактике и нейтрализации рисков;

3) программу страхования от рисков.

Раздел бизнес-проекта, касающийся финансового плана, необходимо посвятить оценке потенциала фирмы и планированию ее финансовой деятельности с целью достижения жизнеспособности компании и эффективного использования имеющихся денежных средств. В данном разделе содержатся следующие планово-отчетные документы:

1) оперативный план;

2) план доходов и расходов;

3) план движения денежных средств;

4) балансовый отчет.

В разделе, касающемся вопросов финансирования, излагается план создания новой фирмы или расширения уже функционирующей. При составлении этой части бизнес-проекта предприниматель обязан рассмотреть следующие вопросы:

1) средства, необходимые для реализации предлагаемого проекта;

2) источник инвестиций;

3) сроки окупаемости и размеры ожидаемого дохода от реализации проекта.

Помимо указанных разделов бизнес-проекта, целесообразно также включить в него организационный план, содержащий краткую характеристику организационной структуры компании, сведения о персонале, информацию о правовом обеспечении деятельности фирмы.

В конце бизнес-проекта приводится фактографическая информация, а именно полное наименование предприятия или фирмы, юридический адрес, номера контактных телефонов, телекс, факс, а также названия организаций и телефоны, по которым читатель плана сможет получить в случае необходимости дополнительную информацию.

Оформление бизнес-проекта:

1) оформление бизнес-проекта должно соответствовать имиджу преуспевающей фирмы, оно должно быть привлекательным, но неброским;

2) степень детализации должна соответствовать целям плана, но не включать ничего лишнего: четкая структура и его наглядность, краткость. Зарубежная практика показывает, что оптимальным является объем бизнес-проекта в 40 страниц;

3) в бизнес-проект не должна включаться второстепенная и справочная информация. Ее лучше вынести в приложения. Объем приложений не ограничивается;

4) стиль изложения должен отличаться простотой и отсутствием языкового и терминологического барьеров. Бизнес-проект должен быть понятен широкому кругу людей, а не только специалистам;

5) информация бизнес-плана должна быть емкой, четкой и в то же время краткой (таблицы, графики и т. д.);

6) предложения и прогнозы бизнес-плана должны быть обоснованы и подкреплены ссылками на источники информации;

7) точность финансовых расчетов – необходимое условие;

8) должны быть обсуждены риски компании;

9) бизнес-проект должен быть подготовлен с учетом требований и стандартов организаций и лиц, которым предполагается представить этот документ.[7]

ЛИТЕРАТУРА

1. Арчибальд Р. Управление высокотехнологичными проектами и программами: Пер. с англ. – М.:ДМК Пресс, 2002.

2. Воропаев В.И. Управление проектами в России. – М.: "Аланс", 1995.

3. PROJECT MANAGEMENT/ Управление проектами: Толковый англо-русский словарь-справочник. / Под ред. проф. В.Д. Шапиро. – М.: Издательство "Высшая Школа", 2000.

4. Разработка СУП ОИИУС. – М.: СОВНЕТ, 1999.

5. Ципес Г. Система управления проектами: интеграционный подход. – Журнал "Директор ИС", №12, 2000.

6. Project Management Body of Knowledge (PMBoK), Project Management Institute, Drexel Hill, Pennsylvania, 1987.

7. Шамиль Юсупов, Портал начинающих предпринимателей

Асылханова Н.

Бизнес-жобаны құрастыру ұстанымдары

Түйіндеме. Бизнес - бұл экономикалық қызмет, пайда беретін, және сол пайда тек дербес баюшылықты көздейді. Кәсіпкерлік қызмет - ақыр соңында адамға пайда береді, бірақ соған қарамастан осы пайданы екі бөлікке бөледі: бірінші дербес баюшылықты, ал екінші (көбіне үлкен) - істің дамуын көздейтін. Кәсіпкерлік қызмет - ізденіспен жаңа базар өткізу, жаңа технологиялардың, қаржының жұмсалымының жаңа шеңберлерінің тоқулы қызметі.

Қызмет пайда әкелуі және табысты болуы үшін, біраз мехнаттар салу қажет. Бизнес-жоба зерттемесі басқарманың маңызды аспабы болып табылады.

Бизнесті жоба толық сипаттама және осы немесе өзге де жобаның қисынын ұсынатын құжат, жүзеге асыру кезінде қабылдаған қырлы сарапшылық мүмкіндіктерінің тиімді шешімі. Түгелінде, бизнес жоба - осы немесе өзге де жобаға қаражат салу мағынасы бар ма деген сұраққа жауап береді.

Дұрыс құрылған бизнес-жоба тек инвестордың жүрегіне деген кілт емес, және сіздердің кәсіпорындарынның ойдағыдай дамуына аманат.

Түйін сөздер. жоба, басқарманың жүйелерінің жобамен, компания, бизнес, қызмет атқарулар, сату, қарсыластар жоба, тауар

Asylkhanova N.

Principles of construction are business of projects

Summary. Business is economic activity, making profit, thus this profit goes only to the personal enriching. Entrepreneurial activity - also in the end makes profit to the man, but this profit he as though divides by two parts: the first goes to the personal enriching, and second (frequently large) - on development of business. Id est entrepreneurial activity is the activity, related to the search of new markets of sale, NT, new spheres of investment of capital.

And in order that activity began to bring in a return and appeared successful, it will be needed to attach quite a bit efforts. And it is necessary to mark that development of business-project is important a management instrument.

Business a project is document complete description and ground of one or another project are presented in that, and also possibilities of all-round estimation of efficiency of the decisions accepted during his realization. Id est, on the whole, business a project answers a question - whether makes sense to inlay money in one or another project.

Correctly made business-project not only key to the heart of investor but also mortgage that your enterprise will successfully develop.

Key words. project, control system by a project, company, business is a project, commodity, services, sale, competitors.

УДК 338.482.2 (574)

Д.В. Топорков
(Алматинский новый университет,
Алматы, Республика Казахстан, ussovai@gmail.com)

УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В КОМПАНИИ

Аннотация. Современные требования рыночной экономики обуславливают необходимость развития углубленного анализа в первую очередь на микроуровне, то есть на уровне отдельных предприятий, так как именно предприятия (при любой форме собственности) и составляют основу рыночной экономики.

Диагностика на уровне организаций выполняет функции одновременно поиска «слабых» мест в работе организации, и в то же время, позволяет найти пусти решения ключевых проблем организации и спрогнозировать результаты внедрения новых методов управления в области персонала, ресурсов и т.д.

На современном этапе развития, для компаний Казахстана на первый план выходят задачи оптимизации затрат и повышение эффективности собственной деятельности, при должном уровне соотношения доходов и расходов.

Ключевые слова: эффективность бизнеса, диагностика.

Ввиду современных тенденций развития бизнеса, а также во исполнение государственных программ по развитию предпринимательства в Казахстане, одним из наиболее актуальных вопросов видится создание эффективных подходов к оценке деятельности компаний. В этой связи тема работы «Управленческая диагностика в компании» представляется актуальной.

В виду того, что диагностика представляет собой процесс оценки деятельности организации или подразделения, направленный на раскрытие проблем и обозначение областей их возможного решения. Она включает в себя сбор необходимой информации об организационном функционировании, анализ этих данных и выводы для потенциальных изменений и улучшений.

Эффективная диагностика предполагает выбор вмешательства, которое предусматривает систему мероприятий, удовлетворяющих необходимость организации в развитии. Главное правило диагностики – искать не недостатки, а ресурсы.

Для предприятия малого бизнеса, в этом смысле, необходимо нацелиться на повышение управляемости организации на основе двух ключевых факторов:

- внедрения управления бизнес-процессами;
- построения командной работы.

Основной подход, который рекомендуется перенять в рамках разработки рекомендаций по совершенствования эффективности работы предприятия малого бизнеса от крупных корпораций - это применение управления на основе показателей, относящихся не только к финансовой стороне работы компании, но и к таким немаловажным составляющим работы каждой фирмы как эффективность управления бизнес-процессами и работа с персоналом.

При этом, для достижения указанных показателей разрабатывается набор инициатив, которые должны быть внедрены в компании в ближайшем будущем.

Указанные инициативы могут быть оформлены в виде проекта, который может быть объявлен в организации под общим названием «Оптимизация внутреннего управление».

Набор мероприятий проекта может быть представлен в следующем виде (рис. 1):

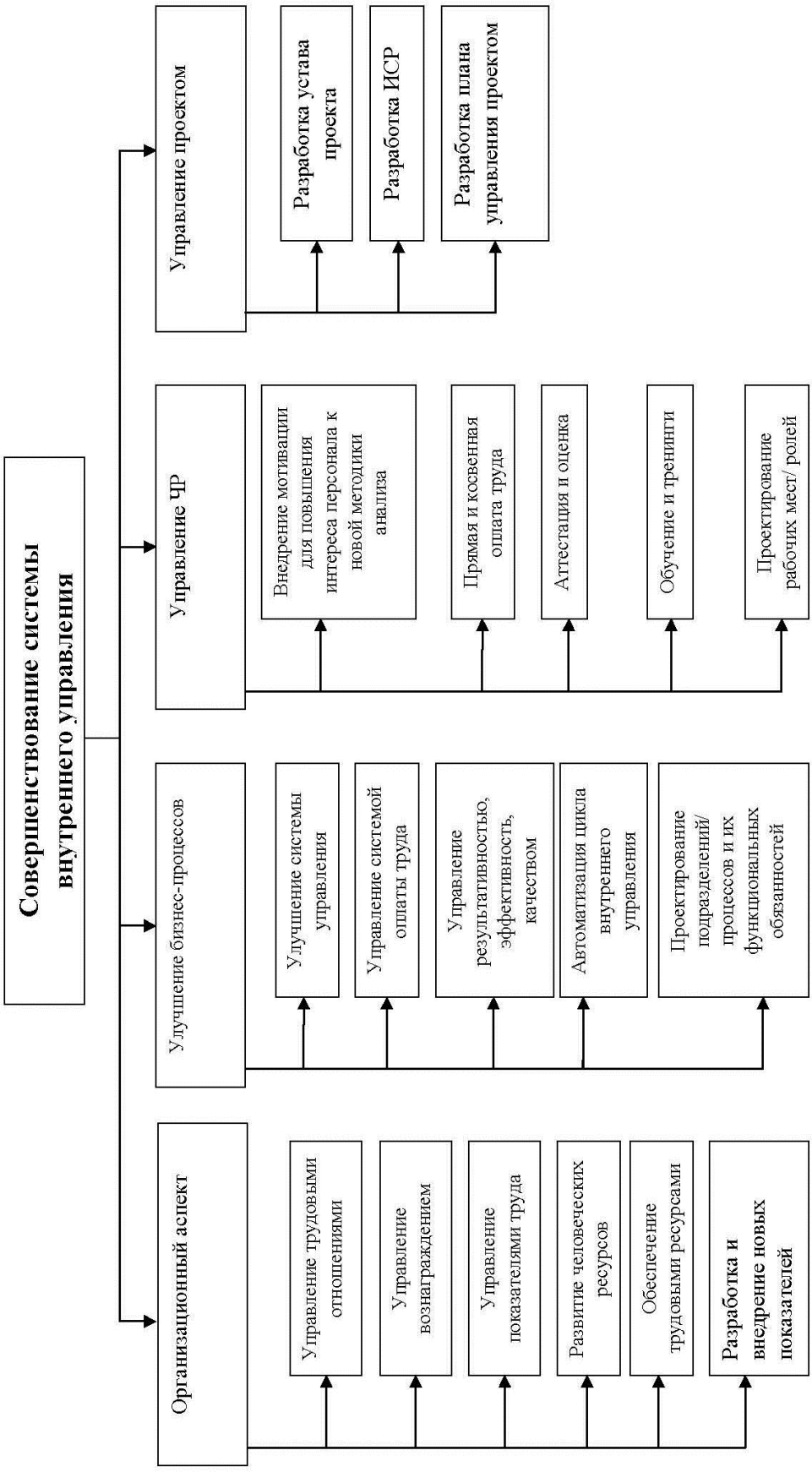


Рис.1. Работы проекта по совершенствованию внутреннего управления

Примечание: составлено автором

В результате проведенных мероприятий по совершенствованию внутреннего управления предприятие сможет на регулярной основе получать данные о состоянии эффективности предприятия, не только в финансовой части, но и в части управления предприятием в целом.

Следует отметить, что изменения должны будут коснуться всех сфер управления, что потребует существенных реформ внутри самой компании.

Этапы проведения реформы:

1 этап. Осознание руководителем необходимости изменений

2 этап. Описание необходимых действий.

3 этап. Создание команды реформ. Провозглашение лидера изменений.

Проведение PR-компании на уровне ключевых групп (топ-менеджмент, лидеры групп). Стратегия «рационального убеждения».

4 этап. Определение «оппозиции». Привлечение оппозиции к разработке модели изменений. «Переговоры и торговля» с участниками группы ответственной за внедрение.

5 этап. Внедрение изменений в массы. Этап лавинообразных преобразований. PR-компаний на уровне широкой общественности (сотрудников компании). Разъяснение целей изменений и постановка задач. Стратегия «кнута и пряника». 21 день на адаптацию.

6 этап. Контроль внедренных изменений. Поощрение лояльный и наказание несогласных. Изменение системы вознаграждения в зависимости от результативности изменений.

7 этап. Отдых и регонсцинировка. Переваривание коллективом внесенных изменений. Психологический отдых. Перевод «нового» в «старое и привычное». Создание зоны комфорта. Исследование и оценка результатов.

По необходимости данная последовательность может повторена необходимое число раз.

Ключевые группы для внедрения изменений.

Для того, что бы изменения были успешно реализованы, они должны найти поддержку в ключевых группах организации. Без этого, сколько бы мы ни прикладывали сил и средств – наши преобразования обречены. Что же это за группы?

Во-первых, у нашей реформы должен быть Заказчик. То есть лицо, принимающее в вашей компании ответственные решения и распоряжающееся ресурсами. В зависимости от масштабов запланированных реформ, Заказчиком может быть руководитель подразделения, дочернего организации в холдинге, первое лицо компании или собственник. На долю Заказчика изменений приходиться выделение необходимых ресурсов для проведения реформы (как человеческих, так и материальных) и делегирование Лидеру реформ соответствующих полномочий.

Естественно, наилучший вариант, при котором реформа пройдет с наибольшей эффективностью – это тот случай, когда Заказчиком изменений выступает первое лицо или собственник компании.

Во-вторых, у внедряемых изменений должен быть Лидер изменений. Лидер изменений это непосредственно тот менеджер, который и будет руководить работой по разработке комплекса необходимых мер и внедрять новые правила в жизнь коллектива. При этом главными качествами для Лидера реформ должна быть личная харизматичность, уверенность в необходимости изменений и авторитет среди ключевых групп. Как правило в случае серьезных изменений (большого масштаба реформ) Лидер изменений формирует и возглавляет отдельную проектную группу, основной работой которой становиться разработка и внедрение предлагаемых изменений. Как показывает практика менеджер, выполняющий одновременно свою обычные обязанности и работающий над проектом преобразований, не добивается успеха ни в одной из областей. Как говориться – либо работу запустит, либо проект провалит.

Наконец, для успеха внедряемой реформы она должна быть поддержана Ключевыми лицами компании. В список таких Ключевых лиц входят топ-менеджеры компании (совет директоров), руководители ключевых для бизнеса подразделений и неформальные лидеры компании. Именно их одобрение или неодобрение является решающим для успеха запланированных изменений. И если инициатор реформы заручится их поддержкой и главное – активным участием, то половина дела сделана. Как ни парадоксально, но для внедрения успешных изменений нам вовсе нет нужды добиваться одобрения среднего менеджмента и согласия рядовых сотрудников. Все что мы должны получить от «широких масс» это понимание целей проводимой реформы и ожидаемых результатов.

Однако именно в этой группе Ключевых лиц, проводники изменений и натыкаются на самое серьезное сопротивление.

Преодоление сопротивления.

Прежде чем реформа будет «запущена в массы», лидеру изменений, и специалисту по человеческим ресурсам необходимо перетянуть на свою сторону Ключевых лиц компании. Важно что бы спонтанное недоверие и негативизм, не смогли превратиться в круговую линию обороны, с которой справиться практически не возможно. Лучшим решением этой проблему будет заведомое разделение потенциальной группы оппозиционеров. Как показывает практика, успехом пользуется тактика проведения «сепаратных переговоров» с каждым из ключевых персонажей отдельно. Топ - менеджеру дают возможность ознакомиться с предложенным проектом изменений и просят внести свои замечания. Для того, что бы преодолеть сопротивление на этом уровне, необходимо:

• Работать с каждым ключевым персонажем по отдельности.

• Позволить менеджеру выразит свои интересы и интересы своего подразделения в предлагаемой реформе.

• Четко поставить срок в течении которого предложения и поправки к проекту будут представлены в письменном виде руководству компании.

После согласования всех проектов окончательный документ необходимо вынести на общее голосование топ-менеджмента или совета директоров. Согласованный проект должен быть утвержден и подписан всеми участниками без исключения.

При этом, важными показателями, внедрения изменений является создание эффективной корпоративной культуры в компании, создание которой можно разделить на два этапа:

Первый этап - включает в себя мероприятия по укреплению имиджа компании как работодателя, стратегическое планирование персонала и прогнозирование требуемых навыков.

На втором этапе - для успешной его реализации необходимо четко определить понятия «талант» и «лидер», а также на практике выстроить процесс выявления и отбора талантов. Это очень важный этап: все сотрудники компании должны понимать, кого и как мы будем развивать.

Каждая категория или группа лидеров либо талантов требует своего подхода, особой методологии определения и развития (методология, эффективная для одной из групп, может не подойти при работе с другими).

Основные направления развития талантов показаны на Рисунке 2.

Для того чтобы отобрать лучших из лучших, необходимо объективно оценить управленческие таланты будущих лидеров. Для этого, как правило, используются критерии результативность (данные ежегодной оценки деятельности) и потенциал развития (данные оценки поведенческого интервью).

Рис. 2. Основные направления развития талантов
Примечание: составлено автором

Оценивая потенциал, рассматривается способность человека к обучению, его ориентацию на изменения, умение создавать новые ценности, готовность быть «ролевой моделью» для подчиненных, демонстрировать истинное лидерство.

Эти данные позволяют всесторонне оценить потенциал развития каждого конкретного человека.

Отбор участников для программы развития должен проводится поэтапно. Сотрудники, которые продемонстрировали показатели, значительно превышающие ожидаемый средний уровень, попадают в группу претендентов. Затем проводится более глубокий анализ информации: это и результаты

стандартизованных процедур оценивания, и характеристика работников со стороны их непосредственных руководителей, менеджеров проектов, корпоративных лидеров мнений и тому подобное.

Руководители и эксперты сравнивают ценность отобранных претендентов для компании, оценивают их потенциал развития с помощью «матрицы определения талантов».

Затем список потенциальных участников программы рассматривает специальная рабочая группа, из числа менеджера по кадрам, ключевых представителей руководства, включая высший и средний менеджмент, в результате чего формируется кадровый резерв компании и составляется индивидуальный план развития для каждого сотрудника .

Третий этап включает в себя разработку корпоративных (или внешних) программ развития лидеров.

Существует набор технологий и инструментов, которые следует использовать в процессе «Развития тлантов» компании:

- разработка, утверждение и контроль выполнения карьерных планов и планов индивидуального развития;
- развитие на рабочем месте (выполнение конкретных поручений/заданий, способствующих приобретению необходимых навыков руководителя);
- обучение на опыте других (наблюдение за людьми, у которых данная компетенция хорошо развита);
- участие в специальных развивающих бизнес-проектах;
- работа в межфункциональных проектных командах;
- программа ротаций;
- стажировки на вышестоящей должности;
- привлечение участников программы к созданию тематических форумов в интернете по проблемам бизнеса;
- организация «дней подразделений»;
- «обеды/завтраки знаний (knowledge lunches/breakfast)» и тому подобное.

Достичь эффективности в поиск талантов в компании можно, прежде всего, за счет проведения правильной коммуникационной политики. Еще до начала программы необходимо проинформировать и проконсультировать всех вовлеченных в процесс сотрудников компании, включая рядовых работников, линейных менеджеров и руководителей. Это возможно сделать в форме круглых столов, во время которых информация озвучивается и обсуждается открыто.

Вторая составляющая предлагаемых изменений состоит в организации внутреннего управления на основе создаваемой корпоративной культуры.

Следуя теории «разбитых окон», компания должна показать пример безупречной культуры, тогда и все сотрудники компании будут уверены в ее исключительности (рис. 3).

Рис. 3. Направления совершенствования управления
Примечание: составлено автором

Объединив все предлагаемые изменения, можно составить своего рода карту старческих изменений, способствующую повышению эффективности внутреннего управления, представленную на рисунке 19.

В результате проведенных мероприятий в ТОО «M-Line Property Management» компания может существенно повысить свою конкурентоспособность, как для клиентов, так и в глазах сотрудников, что позволит увеличить лояльность персонала и улучшить качество внутреннего управления.

Важность внутрифирменного управления для ТОО «M-Line Property Management» очевидна, именно поэтому результаты представленной диссертации были поддержаны руководством компании.

Ключевой задачей управленческой диагностики, является, по существу, создание набора стратегических инициатив, которые должны быть применены в компании в среднесрочной и краткосрочной перспективах.

Результатом проведения управленческой диагностики становится изменение стратегических документов компании.

Созданный набор инициатив становится, в последующем, основой создания плана развития организации на длительный срок, помогает уточнить наиболее подходящие пути действия, снижает риск принятия неправильного решения из-за ошибочной или недостоверной информации о возможностях организации или о внешней среде. При выборе стратегических инициатив можно добиться большей определенности; организация сможет предвидеть события во внешней среде и быстрее на них реагировать.

ЛИТЕРАТУРА

1.Как оценить эффективность работы компании. Аверчев Игорь. http://www.softway.kz/

2.Концепция стратегического управления компании. Артур Д. Литтл. http://www.stplan.ru/

3.Теория управления: учебник /под общ. ред. Гапоненко А.Л., Панкрухина А.П. Изд-во РАГС, 2003, 558с.

4.Основы теории управления: учебник для вузов. Мухин В.И. – М.: Экзамен, 2003, 256с.

5.Lee S.F., Andrew Sai On Ko Building balanced scorecard with SWOT analysis, and implementing «Sun Tzu's The Art of Business Management Strategies» on QFD methodology. Managerial Auditing Journal 15/1/2, 2000

6.Байсеркеев О.Н. Управленческая диагностика и оздоровление бизнеса. – Алматы, 2013 г.

REFERENCES

1. How to estimate company performance. Averchev Igor. http://www.softway.kz/

2. Concept of strategic management of the company. Artur D. Littl. http://www.stplan.ru/

3. Management theory: the textbook / under a general edition of Gaponenko A.L., Pankrukhina A.P. Izd-vo of RAGS, 2003, 558s.

4. Management theory bases: the textbook for higher education institutions. Mukhin V. I. – M.: Examination, 2003, 256s.

5. Lee S.F., Andrew Sai On Ko Building balanced scorecard with SWOT analysis, and implementing "Sun Tzu's The Art of Business Management Strategies" on QFD methodology. Managerial Auditing Journal 15/1/2, 2000

6. Bayserkeev O. N. Upravlencheskaya diagnostics and improvement of business. – Almaty, 2013.

Топорков Д.В.

Управленческая диагностика в компании

Аныктама. Нарықтық экономиканың заманауи талаптар ол (кез келген меншік нысанындағ) ретінде жеке бизнес деңгейінде, яғни микро деңгейде бірінші кезекте, компанияда терең талдау дамыту қажеттілігі, және нарықтық экономиканың негізін құрайды.

Ұйымдардың деңгейінде диагностикасы ұйымда «әлсіз» дақтардың бір мезгілде іздеу ретінде қызмет етеді, және сол уақытта сіз бос мекенжайын ұйымның негізгі мәселелерді табу және т.б. кадрларды саласындағы басқарудың жаңа тиімді әдістерінің , ресурстарды , енгізу нәтижелерін болжауға мүмкіндік береді.

Топорков Д.В.

Управленческая диагностика в компании

Annotation. Requirements of market economy cause need of development of the profound analysis first of all at the microlevel, that is at the level of the separate entities as the entities (in case of any pattern of ownership) and constitute fundamentals of market economy.

Diagnostics at the level of the organizations carries out functions at the same time of search of "weak" places in work of the organization, and at the same time, allows to find start up solutions of key problems of the organization and to predict results of implementation of new methods of management in the field of the personnel, resources, etc.

At the present stage of development, for the companies of Kazakhstan to the forefront there are tasks of a cost optimization and increase of efficiency of own activities, in case of the due level of a ratio of the income and expenses.
Key words: businessresults, diagnostics.

УДК 339.138

С.С. Сатыбалды
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

НЕКОТОРЫЕ ВАЖНЫЕ АСПЕКТЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ МАРКЕТИНГА: СИСТЕМА МАРКЕТИНГА, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ

Аннотация. Показано, что система маркетинга объемлет рынок поставки ресурсов на входе и рынок сбыта готовой продукции на выходе.

На основе длительного исследования теории и практики и всестороннего переосмысливания сформулированы новое научное определение системы маркетинга, алгоритм построения ее логической схемы. Показаны общая цель глобальной системы маркетинга, частные цели функционирования хозяйствующих субъектов; трансформация глобальной системы на локальные системы на примере смены рынков на поставщика ресурса и потребителя продукции соответственно.

С глубокой интерпретацией изучен издавна исследуемый автором феномен «взаимодействие». Раскрыты содержание внутреннего и внешнего взаимодействия в организационной системе, т.е. в системе маркетинга; направление и связь взаимодействия с маркетинговыми стратегиями, политикой на основе комплекса маркетинга из «4Р» и комплекса закупки из «4С».
Ключевые слова: глобальная и локальная система маркетинга, функционирование, взаимодействие.

Первый из столпов маркетинга, еще со времен социалистической эпохи, ленинградский профессор Г.Л. Багиев заявляет, что маркетинг применяется не зависимо от развитости рыночных отношений, ибо выступает в виде реальной системы, которая увязывает внутреннюю и внешнюю деятельность фирмы, а также координирует взаимодействие всех субъектов, входящих в систему маркетинга. Он в своей книге [1] приводит логическую схему, которую можно воспринять как обобщенно-наглядное выражение его идеи о системе маркетинга. Однако, автор более конкретно не раскрывает содержание и элементы системы маркетинга и не приводит алгоритма построения этой системы для конкретного хозяйствующего субъекта – предприятия с позиции теории и теории организации.

Другой российский корифей-теоретик маркетинга, профессор Е.П. Голубков в своих работах [2] пытается закрыть давний спор – является ли маркетинг наукой, имеющей собственную теорию и методологию? Он приводит анализ феномена маркетинг по множеству аспектов таких, как объект, предмет, функции, концепции, цели и организация. Как видно, он твердую точку не ставит, имея ввиду возражения некоторых ученых, что маркетинг не станет наукой, пока полагается на заимствованные конструкции и теории. Но далее он пишет: «Справедливости ради следует отметить, что если с данных науковедческих позиций рассматривать другие области научных знаний, … например управление, то возникнут проблемы, схожие с проблемами определения маркетинга как науки»… И далее еще весомее: «О предмете ряда естественных дисциплин, в которых конкретности и четких формулировок гораздо больше, чем в маркетинге, до сих пор ведутся дискуссии» [2.С.25]… Он приходит к заключению, что «маркетинг – это технология согласования спроса и предложения на отдельных товарных рынках и на рынках общественных благ». Мы вправе сказать, что профессор Е.П. Голубков показал, что маркетинг стала наукой со своей собственной теорией и методологией. Здесь важна роль практики маркетинга, которая со временем все более усложняется и обогащается, что не наблюдается ни в одной экономической науке, даже в менеджменте. И как следствие обогащения теории, появление новых методов и приемов маркетинга.

В цитируемой работе Е.П. Голубков специально останавливается на расхожей категории – «система маркетинга». Критически оценивая точки зрения и определения отдельных ученых, он дает предпочтение системе маркетинга уровня конкретного предприятия. Трактуемая им система

маркетинга замыкается на информационно-технологическом аспекте маркетинга. У него вход системы - маркетинговая информация, процесс-переработка этой информации и выход – обработанная информация для принятия соответствующих маркетинговых решений. На наш взгляд, Е.П. Голубков осуществил научный анализ и синтез общепринятой маркетинговой информационной системы (МИС) и принимает ее за систему маркетинга в целом.

Следует отметить, что «система маркетинга» является самой широко распространенной терминологией. Ее употребляют не только маркетологи, но и все, кто имеет отношение к любому виду бизнеса. Многие понимают под терминологией маркетинговую информационную систему; немало людей – систему, связанную с комплексом маркетинга – «4Р» в смысле трактовки Е. Маккартни; некоторые – как интегрированную функцию маркетинга.

Но все это, по справедливому замечанию Е.П. Голубкова, или частные понятия, как информационная система, система планирования, система обеспечения маркетинговых решений, или же расширительное, неконкретное определение данному понятию.

На наш взгляд, такие частные понятия допустимы для прикладных задач управления маркетингом организации и они касаются какой-либо из локальной системы маркетинга. А вот расширительное, вроде бы неконкретное по Е.П. Голубкову определение связано с тем, что в какой-то степени авторы увлекаются и, как бы возвеличивая понятие «система», не обращают внимание на роль маркетинга в этой двуединой категории «система маркетинга».

Суть маркетинга бесспорно зиждется на феномене рынок. Неспроста некоторые русскоязычные ученые и специалисты «маркетинг» переводят как «рынковедение». Мы безусловно согласимся с ними. В этой связи общая, как бы интегрирующая, а мы называем ее глобальной, система маркетинга немыслима, если главным объектом не выступает рынок с составляющими его потребителями. Оговоримся сразу, уже долгое время [3;4]мы исследуем категорию «система маркетинга» применительно к промышленному рынку и промышленному маркетингу. Без особых научных доказательств ясно, что вход и выход этой системы маркетинга замыкаются на промышленный рынок. При этом вход системы «питается»ресурсами для производства с рынка поставки (или поставщиов), а выход насыщает спрос рынка сбыта на готовую промышленную продукцию. С такого посыла мы впервые выразили идею разделения промышленного рынка на две составные части (типы): рынок поставки ресурсов и рынок сбыта товаров промышленного назначения, т.е. промышленной продукции. В то же время одно и то же промышленное предприятие имеет дело с каждым из двух типов рынка: на рынке поставки ресурсов он выступает как покупатель, а на рынке сбыта – как продавец. Если так, то промышленное предприятие играет две роли и несет двойственную функцию [5;6].

Итак, промышленное предприятие, как социально-экономическая система (СЭС), его клиенты, посредники и партнеры непрерывно вступают в рыночные отношения в пространстве рынка поставки и рынка сбыта в условиях влияния внешних, часто властных и ограничительных сил и факторов. При этом все субъекты рыночных отношений находятся в определенной связи и вступают во взаимное отношение в ходе достижения своих целей (интересов). Правомерно полагать, что совокупность хозяйствующих субъектов (участников рыночных отношений), расположенных в пространстве двух типов промышленного рынка, преследующих свои цели и действующих по определенным правилам конкуренции или сотрудничества, образует систему маркетинга.

Базовую идею системы маркетинга инициирует категория «среда маркетинга». Наша изначальная идея о системе маркетинга и ее структурной конструкции заключалась в некоем совмещении микросреды функционирования хозяйствующих субъектов с факторами и силами макросреды. Обращение к теории кибернетики и теории систем подсказывало, что совмещение этих двух сред маркетинга возможно путем проецирования факторов и сил макросреды на плоскость функционирования хозяйствующих субъектов, находящихся в состоянии динамики. Привожу наше определение терминологии «функционирование»: функционирование (от термина «функция») – осуществление своей функциональной деятельности хозяйствующим субъектом в рыночной сфере или в системе маркетинга. На этой базе проясняется смысл, нередко используемый схожей категории «функционирование систем».

Теперь по истечении немалого времени, всесторонне промыслив наше первоначальное определение системы маркетинга [6]предлагаю новую формулировку: «Система маркетинга – это совокупность хозяйствующих субъектов микросреды, которые взаимодействуют между собой для достижения поставленных целей функционирования на рынке, и соответствующих уполномоченных

организаций для несения определенных функций регулирования и контроля влияния факторов и сил макросреды маркетинга».

Изложенное определение является вполне научным, так как в нем отражены объект и субъекты, которые являются элементами системы, указано на их взаимодействие, которое есть основной признак системы (принцип системности) и способствует достижению цели каждому участнику рынка (элементу).

Приводим логическую схему системы маркетинга (рис. 1), построенную на основе следующего алгоритма:

1) выполнение схемы микросреды функционирования гипотетического хозяйствующего субъекта – фирмы (в наших примерах горно-обогатительной компании, рассматриваемой как социально-экономической системы);

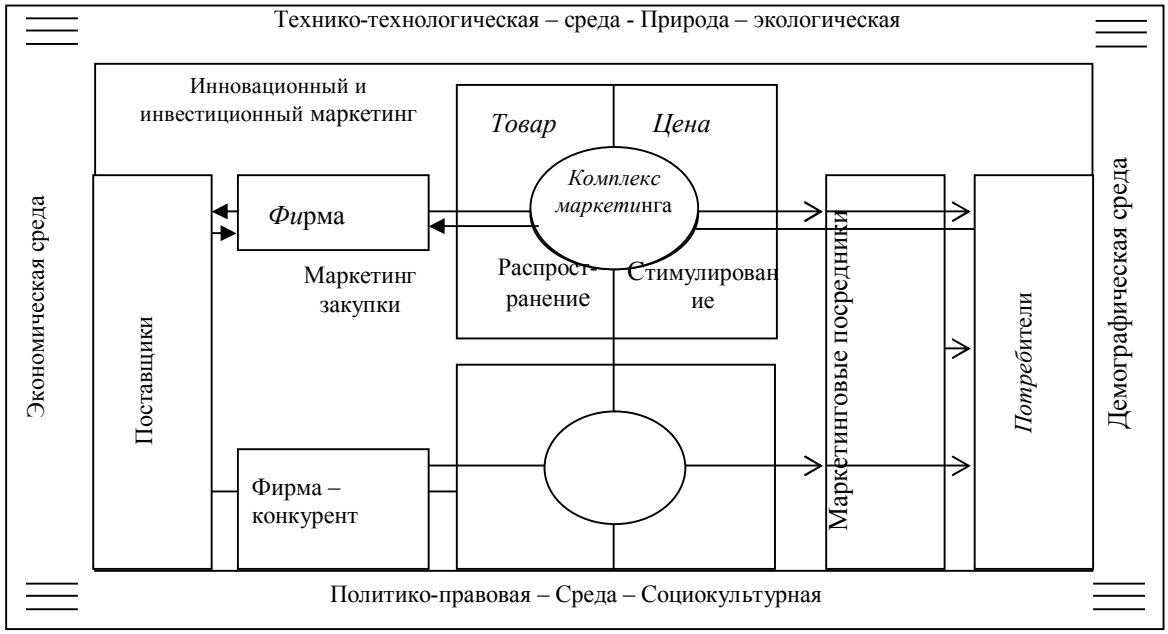


Рис. 2. Система маркетинга: логическая схема

2) Иллюстрация взаимосвязей фирмы со всеми другими участниками рыночных отношений (потребители, посредники, конкуренты, партнеры);

3) Опоясывающее проециирование факторов и сил макросреды маркетинга на плоскость функционирования хозяйствующего субъекта-фирмы.

Отметим, что алгоритм и построенная логическая схема являются как бы аналитико-умственным созерцанием произвольно возникшей (под закона спроса и предложения), однако, реально функционирующей системы маркетинга.

Следующий шаг – это переход от абстрактного мышления вокруг системы маркетинга к практике использования ее логической схемы на практике.

Следует отметить, что система маркетинга есть «самоорганизуемая» система, инициируемая спросом рынков на какие-либо товары (услуги) и, как ответ производителей незамедлительным предложением этих товаров, т.е. законом спроса и предложения, отражающим реальность «потребность – первична, производство - вторично». Закон спроса и предложения обнаружен и сформулирован экономистами задолго до появления маркетинга, однако он носит,бесспорно, маркетинговое содержание и его можно и нужно назвать законом маркетинга. В этой связи маркетинг можно еще раз констатировать как науку.

Теперь можно конкретизировать общую цель глобальной системы маркетинга, которая выражается как насыщение спроса рынков, и частные цели участников на рынке, выражаемыми объемами предложения товаров каждым из них. Суммарный объем предложения покрывает совокупный спрос рынка.

Система маркетинга есть глобальная открытая система. Слева от рассматриваемой системы, то есть на стороне входа расположена система маркетинга, порождаемая предыдущим переделом, а справа – система маркетинга, связанная с последующим, после рассматриваемого переделом. Применительно к горно-металлургическому комплексу (кластеру): рассматриваемая система маркетинга связана с добычей руд и ее обогащением; слева на стороне входа – система, связанная с геологоразведочным процессом; а справа на стороне выхода – система, связанная с металлургическим процессом.

Глобальная система маркетинга, объемлющая на стороне входа рынок поставки, а на стороне выхода – рынок сбыта, трансформируется на локальную систему маркетинга конкретного предприятия-производителя, если рынки сменить конкретным поставщиком и потребителем. Опять на примере «Соколовско-Сарбайского горнопромышленного объединения» («ССГПО»): Ижорский экскаваторный завод – ССГПО – Магнитогорский металлургический комбинат. Конечно, вход включает всех других поставщиков различных ресурсов производства: буровых станков, бульдозеров, инструментов, взрывчатых материалов, электроэнергии, рабочей силы и др. Также, выход может дополняться новыми металлургическими заводами: «Арселор миталл Темиртау», Нижнетагильский завод (Россия), заводы КНР и др. стран. В принципе «ССГПО» может привлечь посредников как на пути к любому поставщику, так и на пути к любому потребителю.

Следует отметить, подобную локальную систему маркетинга формирует каждое конкурирующее предприятие-производитель, занимающееся производством такой же продукции. Однако, в Казахстане нет горно-обогатительного предприятия, могущего быть конкурентно «ССГПО». Даже в России нет явного конкурента для «ССГПО».

Относительно партнеров, посредников для промышленного предприятия следует указать на особое явление, как практика прямого заказа и прямой продажи без какого-либо посредника, т.е. господство прямого канала распределения и сбыта.

Исследуя феномен «взаимодействие» мы указывали не раз, что любая система – естественная (природная) или организационная – остается системой благодаря взаимодействию двух видов. Еще раз покажем на аналогии с Солнечной системой. Внутреннее взаимодействие удерживает каждую планету на своей орбите вокруг Солнца, внешнее взаимодействие удерживает Солнечную систему на определенной орбите в своей Галактике. Здесь взаимодействие задано законом (силой) гравитации. Теперь относительно организационной системы, у нас система маркетинга. Внутреннее взаимодействие между подразделениями хозяйствующего субъекта (предприятие, фирма), как социально-экономической системы (СЭС), удерживает его параметры и потенциал в допустимом целедостигающем состоянии. Внешнее взаимодействие сохраняет хозяйствующий субъект (СЭС) в системе маркетинга при достижении его цели на определенном уровне, а за счет установления рациональных взаимоотношений между участниками (элементами) рыночных отношений обеспечивает достижение целей системы – закупки всего объема предложенных ресурсов на рынке поставки и насыщение всего объема спроса на готовую продукцию на рынке сбыта. Здесь взаимодействие задано законами воспроизводства, спроса и предложения, а также конкуренции.

Система маркетинга должна обладать свойством системности. Однако системность не может устанавливаться самопроизвольно. Мы считаем, что системность в социально-экономических системах (предприятие, фирма, компания) определяется установлением взаимодействия, причем как внутреннего взаимодействия между всеми структурными элементами (подразделениями, отделениями, отделами), так и внешнего взаимодействия, то есть с внешними клиентами, поставщиками, партнерами, посредниками и даже конкурентами [8;9].

Установлению внутреннего взаимодействия должны служить все организационно-распорядительные документы предприятия, начиная с Устава, кончая должностными инструкциями. Внешние взаимодействия устанавливаются благодаря разработке и проведению товарной, ценовой, сбытовой и коммуникативной политик маркетинга на рынке сбыта и подобных политик маркетинга закупки, на рынке поставки ресурсов.

Внутреннее взаимодействие должно ориентировать все технологические процессы и режимы, операции и работы различных производственных участков, подразделений на повышение качества изготавливаемой продукции и снижение производственных затрат. А это при положительном результате должно способствовать проведению выигрышных стратегий и тактики позиционирования продукции на рынке, а в конечном счете – увеличению ее сбыта. При этом участие отдела (службы) маркетинга призвано ориентировать производственные и обслуживающие подразделения на такие

параметры производственных, технологических процессов, которые способствовали бы конечным показателям готовой продукции, отвечающим желаниям и требованиям основных потребителей.

Внешнее взаимодействие направлено на реализацию выигрышных стратегий установления взаимоотношения с поставщиками (продавцами) всех видов производственных ресурсов, способствующих закупке, которая выгодна, как по качеству ресурсов, так и по денежным затратам, а также – с покупателями готовой продукции, способствующих продаже, выгодной, как по цене, так и по объему.

Как известно, основой маркетинговых политик и стратегий на рынке сбыта готовой продукции служит комплекс маркетинга из «4Р». Степень и результативность взаимодействия с клиентами, посредниками в виде сотрудничества, а также с конкурентами в виде соперничества, в конечном счете, зависят от научно-практической обоснованности комплекса маркетинга – «4Р».

На рынок поставки ресурсов промышленное предприятие выходит со своей маркетинговой политикой и стратегией, основой которых должен служить комплекс закупки из «4С». Выгодность взаимодействия предприятия с поставщиками ресурсов определяется требуемыми качественными параметрами приобретаемых ресурсов – С1, которые достижимы при применении современной технологии и техники предприятием-поставщиком; запрашиваемой ценой ресурса – С2, которая не может быть ниже суммы научно–обоснованных затрат поставщика и нормируемой прибыли, т.е. не снижает нормативную рентабельность для поставщика. На результативность взаимодействия влияют требуемый покупателем ресурса уровень удобства – С3, а также обоснованность требуемой коммуникации – С4.

Мы ранее показали, что функционирование предприятия предполагает целый комплекс видов деятельностей (производственной, снабженческой, сбытовой, управленческой, маркетинговой), взаимосвязанных между собой, а от эффективности каждой деятельности зависит эффективность функционирования в целом. Эффективность же в рыночных условиях инициируется со стороны предприятий-потребителей их комплексом закупки из «4С». Взаимопереплетенная совокупность деятельностей, в конечном счете, приводит к достижению главной цели, попутно реализуя ряд целевых функций спроса, предложения, цены, затрат. Реально управляют показателями (переменными), входящими в целевую функцию. На величину показателя влияют внутренние и внешние факторы, а взаимодействие (внутреннее и внешнее) устанавливается по поводу учета факторов и выгодного их использования. Была предложена матрица управления факторами и взаимодействием участников [10].

Итак, с учетом точки зрения и трактовок отдельных отечественных, ближнего и дальнего зарубежья ученых и специалистов, а также творчески переосмысливая нашу первоначальную формулировку, предложили новое научное определение системы маркетинга.

На основе анализа и синтеза процесса и сути функционирования хозяйствующих субъектов в воспроизводственной схеме и в системе маркетинга сделан вывод, что воспроизводственная схема, как только вводится в систему маркетинга, раскрывает свой потенциал по фокусированию взаимодействия всех процессов и элементов (участников) на конечный результат.

Таким образом, произведенная нами новая интерпретация и описание характеристики глобальной и локальной систем, углубленная проработка и раскрытие феномена взаимодействия, а также логическая схема системы маркетинга, взятые вместе, будут способствовать высокому уровню маркетинговых решений и достижению эффективности функционирования хозяйствующих субъектов.

При этом только использование логической схемы облегчает:

1) идентификацию каждого из участников (элемента) системы маркетинга;

2) при необходимости проведения предварительного SWOT- и STEP анализов;

3) описание характера отношений, в идеале – взаимодействия хозяйствующего субъекта с остальными участниками, включая конкурентов;

4) построение матрицы управления взаимодействием – кто, что, как и когда делает, имея в виду как в рамках внутреннего, так и внешнего взаимодействия.

ЛИТЕРАТУРА

1.Багиев Г.Л, Тарасевич В.М., Х.Анн. Маркетинг: Учебник.-М.: Изд-во «Экономика», 1999.-703 с. С.3-77.

2. Голубков Е.П. Теория и методология маркетинга: настоящее и будущее/Е.П. Голубков.-М.: Дело и Сервис, 2008.-208 с. С.5-28; 68-77.

3. Сатыбалды С.С. Роль маркетинга в рациональном использовании экономических законов // Вестник КазГНУ имени Аль-Фараби. – Алматы, 200, №2(18) С. 63-66.

4. СатыбалдыС.С. Вуз производству: подготовка современных специалистов экономико-управленческого профиля при техническом университете/ Материалы конференции «Наука – производству... Экономика и опыт, практика и управление» - 6 мая 2003 г. – РГП «Национальный Центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан», - Алматы, 2003. С. 54-58.

5. Сатыбалды С.С. Современный промышленный маркетинг и его теоретико-методологические аспекты. / Материалы международной научно-практической конференции (Часть 1) «Сотояние и перспективы конкурентоспособности экономики Республики Казахстан: современная методология промышленного маркетинга, финансирования и управления. - Алматы: КазНТУ, 207. С. 5-8.

6. Сатыбалды С.С. Двойственная функция промышленного маркетинга в управлении конкурентоспособностью продукции. / Материалы международной научно-практической конференции (Часть 1) «Сотояние и перспективы конкурентоспособности экономики Республики Казахстан: современная методология промышленного маркетинга, финансирования и управления. - Алмат–: КазНТУ, 207. С. 8-10.

7. Сатыбалды С.С. Эффективность функционирования и конкурентоспособность предприятий промышленности: взаимодействие, промышленный маркетинг, управление. // «Национальная конкурентоспособность Казахстана: теория, практика, перспективы / Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию независимости Республики Казахстан. 7-8 декабря 2006 г. (Часть 1) – Алматы: Қазақ университеті, 2006. С. 31-35.

8. Сатыбалды С.С. Механизм управления эффективностью функционирования хозяйственных систем: маркетинг, взаимодействие. // «Конкурентоспособность национальной экономики: факторы, условия и механизмы роста»: Материалы Унивеситета международного бизнеса, Алматы, 2008. С. 21-26.

9. Сатыбалды С.С. Системность – принцип, маркетинг – механизм. Вестник КазНТУ №5(99). – Алматы, 2013 (сентябрь). С. 315-321.

10. Сатыбалды С.С. Функционирование предприятий горно-металлургического комплекса: взаимодействие, управление, эффективность. // Г67. Обеспечение и управление ГМК: Труды второй международной научно-практической конференции «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы». – Алматы, 2006. С. 7-11.

REFERENCES

1 Bagiev G.L., Tarasevich V.M., H. Ann. Marketing: Uchebnik. – M.: Izd-vo “Ekonomika”, 1999.-703 s. S.3-77.

2.Golubkov E.P. Teoria i metodologia marketinga: nastoyashee b buduchee / E.P. Golubkov. – M.: DeloiServis, 2008.-208 c. C.5-28; 68-77.

3. Satybaldy S.S. Rol marketinga v raxionalnom ispolzovanii ekonomizeskich zakonov // Vestnik KazGNU imeni Al-Farabi. – Almaty, 2000-№2(18) S. 63-66.

4. Satybaldy S.S. Vuz proizvodstvu: podgotovka sovremennyh spezialistov ekonomiko-upravlencheskogo profilya pri tehnicheskom universitete / Materialy konferenzii “Nauka – proizvodstvu…Ekonomika I opyt, praktika i upravlenie” – 6 maya 2003 g. – RGP “Nazionalnyi Zentr po kompleksnoi pererabotke mineralnogo cyrya Respubliki Kazahstan”, Almaty, 2003. S. 54-58.

5. Satybaldy S.S. Sovremennyi promyshlenny marketing i ego teoretiko-metodologicheskie aspekty. / Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferenzii (chast 1) “Sostoyanie i perspektivy konkurentosposobnosty ekonomiki Respubliki Kazahstan: sovremennaya metodologia promyshlennogo marketinga finansirovaniy I upravleniy. – Almaty: KazNTU, 207. S. 5-8.

6. Satybaldy S.S. Dvoistvennaya funkziya promyshlennogo marketinga v upravlenii konkurentosposobnostyu produkzii. / Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferenzii (chast 1) “Sostoyanie b perspektivy konkurentosposobnosty ekonomiki Respubliki Kazahstan: sovremennaya metodologia promyshlennogo marketinga finansirovaniy I upravleniy. – Almaty: KazNTU, 207. S. 8-10.

7. Satybaldy S.S. Effektivnost funkzionirovaniya I konkurentosposobnost predpriyatii promyshlennosti: vzaimodeistvie, promyshlennyi marketing upravlenie. // “Nazionalnaya konurentosposobnost Kazahstana: teorya, praktika, perspektivy / Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferenzii, posvyashennoi 15-letyu nezavisimosti Respubliki Kazahstan. 7-8 dekabrya 2006 g. (Chast 1) – Almaty: Kazak universiteti, 2006. S. 31-35.

8. Satybaldy S.S. Mehanizm upravleniy effektivnosty I funkzionirovaniya hozyastvennyh system: marketing, vzaimodeistvie. // “Konkurentosposobnost nazionalnoi ekonomiki: factory, uslovia i mehanizmy rosta”: Materialy Universiteta mezhdunarodnogo biznesa, Almaty, 2008. S. 21-26.

9. Satybaldy S.S. Systemnost – prinzip, marketing – mehanizm.VestnikKazNTU№5(99). – Almaty, 2013 (sentyabr). S. 315-321.

10. Satybaldy S.S. Funkzionirovanie predpriatii gorno-metallurdicheskogo kompleksa: vzaimodeistvie, upravlenie, effektivnost. // G67. Obespechenie i upravlenie GMK: Trudy vtoroi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferenzii “Gornoe delo b metallurgiya v kazahstane. Sostoyanieiperspektivy”. – Almaty, 2006. S. 7-11.

Сатыбалды С.С

Маркетинг теориясы және практикасының кейбір маңызды аспектілері: маркетинг жүйесі, өзара әрекеттесу, шаруашылық субъектілердің тыныс-тіршілігі.

Түйіндеме: Жарияланымдарды сындарлы талдау мынандай қорытынды тудырады, маркетинг өзіндік теория және әдіснамаға ие ғылым. Маркетинг жүйесін локальды жүйелермен теңдестіру және жалпылама, нақтылығы жоқ анықтамалардың барлығының себептері көрсетіледі. Маркетинг жүйесінің кеңістігі анықталған. Маркетинг жүйесінің ғылыми анықтамасы жіне оның логикалық сұлбасын жасау алгоритмі берілген. Глобалды жүйені локальдыға трансформациялау көрсетілген. «Өзара әрекеттесу» феноменін терең байыптау және ары қарай зерттеу негізінде маркетинг жүйесіндегі ішкі және сыртқы әрекеттесудің мазмұны ашылған; өзара әрекеттесудің маркетингтік стратегиялар және саясаттағы ролі «4Р» маркетинг кешені және «4С» сатып алу кешеі негіздерінде сипатталған.

Маркетинг жүйесі және оның логикалық кешенін пайдалану маркетингті басқарудың біраз мүмкіндіктерін ашады.

Түйін сөздер: глобалды және локалды маркетинг жүйесі, өзара әрекеттесу, тыныс-тіршілік.

Satybaldy S.S.

Some important aspects of the theory and practice of marketing: marketing system, interaction, functioning entities.

Summary: A critical analysis of publications suggests that the marketing science with his theory and methodology. Explain the reasons for the identification of local marketing systems and a broad, non-specific interpretation is justified space marketing system. Formulate a scientific definition of the marketing system and an algorithm for constructing its logic. Showing the overall goal of the global system and private business entities ate operation, the transformation of the global system to local. On the basis of deep research and interpretation of the phenomenon of "interaction" reveals the content of internal communication in the marketing system; the role of cooperation in marketing strategies tons policy based on marketing mix of the "4Ps" of marketing and procurement of "4C".

Marketing system and use its logic to the great possibilities of marketing management.

Key words: global and local marketing system, the functioning of the interaction.

• ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

ЖОК[159.9:37]:62

К.С. Нұрғалым
(Қ. И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

ИНЖЕНЕР ПЕДАГОГ МАГИСТРАНТТАРҒА ИНТЕРБЕЛСЕНДІ ӘДІСТЕРДІ МЕҢГЕРТУДІҢ МАҢЫЗЫ

Андатпа. Қазақстан өзінің дербес даму жолын таңдап, әлемдік қоғамдастықта барған сайын зор құрмет пен беделге қол жеткізе отырып, алға қарай нық сеніммен ілгерілеп келе жатқан мемлекет үшін, халқымыздың рухани кемелденуі, ұлттық мәдениетіміздің дамуы аса қажет. Өйткені ол алмағайып дүниенің дауылында ұлттың қасиетін сақтап, елдіктің тұғырын анықтайтын негізгі шарт болып табылады. Осыған орай педагогикадағы ізгілендіру жаңа идеялары қазіргі педагогика ғылымын дамытуға жас мамандарды оқыту ісіне жаңа септігін тигізіп, тың өріс аша алатындығымен құнды болмақ.

Тірек сөздер: Педагогика ғылымын меңгерту ерекшеліктері.

Инженерлік кәсіп – негізінен алғанда материалдық өндіріс саласындағы техникалық-технологиялық және ұйымдастырушылық басқару мәселелерін шешуде пайдаланылатын арнайы білім мен білгірліктің, дағды мен қабілеттің жиынтығына сүйенетін еңбек әрекетінің түрі. Магистр педагог инженер тек қана мәдениеттілік қана емес біліктілікте болу керек. Оның өзі бірнеше салада көрінеді оларға: дидактикалық, конструктивтік, эксперименттік, коммунегативтік, ұйымдастырушылық т,б. Қазіргі оқытушы саясаттан тыс болуы мүмкін емес, олай деуге негіз, ұлттық-саяси тұрғыдан оның қателік жіберуге ешқандай қақысы жоқ. Сол себепті де олар қалыптасқан дүниетанымдық көзқарасын тұрақтандырып, одан әрі жетілдіріп отыруы тиіс.

Білім беру саясаты елеулі ұлттық және жергілікті ерекшеліктерге қарамастан, барлық елге бірдей заң, ғылымның заңдары, экономикалық теория және басқару теориясына сай дамиды. Білім беру саясаты белгілі заңдылықтарға бағынып оның негізінде жалпы қайшылықтар пайда болады. Жоғары кәсіби білім беру саласында жастар көптеген әлеуметтік жағдайлармен бетпе-бет кездеседі. Сонымен бірге, осы кезеңде өз алдарына өмірлік мәні бар маңызды мақсат қояды. Жеке тұлғаның жаңа ортаға бейімделуіне байланысты қарым-қатынас, іс-әрекет процесі дамиды. Педагогикадағы тәрбиелеу, оқыту ұғымдарының баламасы ретінде үйрету ұғымын алуға болады. Адамдарды бір нәрсеге үйрету педагог қызметі арқылы іске асырылады, белгілі бір маман иесін даярлауда оған сол мамандықтың іс-әрекеті үйретіледі, оқытылады. Мұнда жоғары оқу орындарының оқытушылары бірден-бір педагогикалық қызмет атқарады. Ал педагогтың негізгі қызметіне білім беру, тәрбиелеу, дамыту, ұйымдастыру басқару және тағы басқалары жатады. Бұл мәселелер педагогика ғылымы арқылы меңгертіледі. Әсіресе маман қалыптастыру үрдісінде ең алдымен, оның бойында құндылық қасиеттерді, жоғары мәдениеттілікті қалыптастыру қажет. Демек маман қалыптастыруда педагогика ғылымы айрықша рөл атқарады. Оқу-тәрбие процесінде алдымен оқыту және тәрбиелеу мақсаттарын айқындап алу шарт.

Бәрімізге белгілі, неғұрлым экономика, қоғамның даму мәдениеті жоғары болған сайын соғұрлым адамға, оның іс-әрекетіне қойылатын талаптарда жоғарылайды. Осыған орай, мемлекеттің дамуы тәрбие және оқыту мақсаттарының байланыстығынан туындайды. Мақсат әртүрлі болады: мемлекеттік, ұжымдық топтық, салалық, тұлғалық. Мақсатты таңдау көптеген факторларға байланысты.

Тәрбие мен оқытудың мемлекеттік нормативті құжаттарда көрсетілген белгілі қасиеттері бар адамдардың тәрбиесі мен оқуына берілген қоғамның сұранысы. Мысалы, оқу процесінде өскелең ұрпақты тәрбиелеу міндетті түрде моральдық қасиеттері арқылы айқындалады. Қазіргі кезде Қазақстан қоғамында осындай мемлекеттік құжаттардың бірі-білімдендіру стандарты.

Білімдендіру стандартының жекелеген мақсаты, әрбір білімдендіру сатысы бойынша анықталған: бастауыш, негізгі, толық орта мектеп, кәсіби білімдендіру, жоғары білімдендіру. Осы білімдендіру деңгейлерінің өзіндік жеке мақсаты және өзара байланысқан жалпы мақсаты болады. Инженер педагог магистрантты қалыптастыру келесідей принциптерге негізделеді:

- демократияландыру принципі. Әлеуметтік саясаттың дүниежүзінің көп елдеріндегі негізгі принципінің бірі-білім беруде демократияландыру деп жарияланған. Бірақ бұл ұғымның мазмұны өзгермей тұрмайды. Бұрынырақ мемлекеттік өкіметтер білім беруді демократияландыруды көбінесе құқықтық жағынан қарастырып, оның басты көрсеткіші толық орта және жоғары білімге жастарды көбірек тарту, деп есептеп келді. Қазір демократияландыру кең ауқымда түсіндіріледі. Білім беру жөніндегі жаңа заңдар және педагогикалық құжаттар білім берудің барлық сатыларының арасында қатаң сабақтастық болуын көздейді. Оқу орындарының барлық түрлерінде оқу сапасын көтеру, білім берудің мазмұнын өмірмен байланыстыру, педагог магистранттарды жоғары азаматтық, моральдық және эстетикалық мұраттарға тәрбиелеудің аса маңыздылығы атап көрсетіледі:

- мемлекеттік принцип-білім беру жүйесінде мемлекеттік мақсат пен міндеттер бірінші орында болуы қажет;

- еркін таңдау принципі, магистр қай тілде, қай оқу орнында (мемлекеттік, жеке меншік) оқуына ерік беру. Оқулық, оқу нысаны мен әдістерінің әртүрлі болуы ескеріледі;

- білім беруде қоғамдасу принципі-кең мағынада алғанда білім беруде дүниежүзілік қоғамдасуы, оның мысалы ретінде Батыс Еуропа елдеріндегі қоғамдастық және ЮНЕСКО ұйымдастырған білім берудің аймақтық 4 бағдарламасы, Латын Америкасы, Кариб бассейніндегі елдер, Африка, Азия және араб елдеріне арналған. Тар мағынада алғанда, білім жүйесінің өсуіне, дербес жаңа ғылыми пәндердің пайда болуына байланысты біріккен курстарды оқытуды енгізу;

- білім беруді гуманизациялау принципі, «Оқудың мазмұны, түрі мен әдістері жеке тұлғаның жан-жақты дамуына, рухани баюына бағытталуы қажет»;

- ғылыми принцип - «Білім берудің ғылыми сипаты, оның ғылым, техника, мәдениеттің жаңа табыстарына сай үнемі жетілуі»[1].

Кез келген пән өзіндік оқыту және тәрбие мақсаттарына ие, әрқайсысының (физика, химия, әдебиет және т.б) нақты зерттеу аймақтары бар. Әрбір сабақтың тақырыбы, дәріс немесе сабақтан тыс өзіндік жұмыстарға нақты мақсатқа ие, педагогика ғылымының даму тарихында қоғамның өзгеруіне, тәрбиелеу және білімдендіру процесінің қоғам талаптарына байланысты тәрбие мен оқу мақсаттары өзгеріп отырған. Мысалы, кеңес уақытында тәрбие мақсаты жеке тұлғаның жан-жақты және үйлесімді дамуын қалыптастыру болып, осы мақсатта оқу жоспары мен бағдарламалар жасалды. Соңғы жылдары тәрбие мен оқыту дағдарысқа ұшырады. Ал оқу бағдарламасының шексіз өзгеруі мен оқу пәндері сандары өсуінің кесімді нәтижелерге жеткізе алмады.

Қазіргі кезде Республикамызда білім берудің жаңа жүйесі жасалып, әлемдік білім беру кеңістігіне енуге бағыт алуда. Бұл педагогика теориясы мен оқу-тәрбие үрдісіндегі елеулі өзгерістерге байланысты болып отыр. Білім беру парадигмасы өзгеріп, білім берудің жаңа мазмұны пайда болуда:

- білім мазмұны жаңа акпараттарды қабылдау қабілеттерінің дамуымен, ғылымдағы шығармашылық және нарық жағдайындағы білім беру бағдарламаларының нақтылануымен байи түсуде;
- дәстүрлі әдістер ауызша және жазбаша, ақпараттық, телефон және радио байланыс, қазіргі заманғы компьютерлік құралдарға ығысып орын беруде;
- жеке тұлға тәрбиелеуде, оның жан дүниесінің рухани баюына, азамат, тұлға ретінде қалыптасуына көңіл бөлінуде;
- отбасы және қоршаған әлеуметтік ортаның батыл тәрбиесіндегі бірлігіне ұмтылыс жасалуда;
- қоғамдық біліммен пара-пар педагогикалық технологияның кеңінен колданылуына және ғылымның рөліне мән берілуде.

Республика оқу орындары, педагогикалық ұжымдарына ұсынылып отырған көп нұсқалық білім беруге байланысты олар өздерінің калауына сәйкес кез-келген үлгі бойынша қызмет етуіне мүмкіндік алып отыр. Бұл бағытта білім берудің әр нұсқадағы мазмұны, құрылымы, ғылымға және тәжірибеге негізделген жаңа идеялар, жаңа технологиялар бар. Сондықтан әртүрлі оқыту технологияларының оқу мазмұны мен білімгерлердің жас және психологиялық ерекшеліктеріне орай таңдап, тәжірибеде

сынап қараудың маңызы зор. Мысалы кредитік жүйеде топтағы магистранттардың саны 15-тен жоғары болуы білім сапасының төменедеуіне әсерін тигізеді.

Магистранттар білім беру саласындағы оқытудың озық технологияларын меңгермейінше, сауатты, жан-жақты маман болу мүмкін емес. Жаңа технологияны меңгеру инженер педагог магистранттың интеллектуалдық, кәсіптік, адамгершілік, рухани, азаматтық және де басқа көптеген адами келбетінің калыптасуына игі әсерін тигізеді. Олардың өзін-өзі дамытып, оқу-тәрбие үрдісін тиімді ұйымдастыруына көмектеседі. Педагогикалық технология ұғымы біздің педагогикалық лексиконымызға берік еніп келеді. Дегенмен оның мән - мағынасы туралы пікірлер алуан түрлі. Түсіндірме сөздікте: «Технология бұл кандай да болсын істегі, шеберліктегі, өнердегі амалдардың жиынтығы» делінсе, Б.Т.Лихачев педагогикалық технологияны оқу процесіне белгілі бір мақсат көздеп, әсер ететін педагогикалық ықпал деп түсінеді[2].

Оқыту технологиясы жоғары оқу орындарында, оқу үрдісіне қажетті әдіс, тәсіл, амал, дидактикалық талап секілді психологиялық-педагогикалық іс-әрекеттердің жүйелі кешені ретінде пайдаланылады. Ол магистранттарға тәртібіне, оқуға ынтасына, оқу іс-әрекетіне белсенді талпынысы мұғалімдердің интеллектуалдык шығармашылық касиеті болып табылады. Педагогикалық іс-тәжірибенің нәтижелілігіне, жинақтылығына ұтымды әсер ететіндей оқу-тәрбие процесінің басты рөлін аткарады. Былайша айтқанда, педагогикалық технология оқу-тәрбие процесін шығармашылыкпен терең ойластырылған көптеген факторлардың үйлесімділігі арқылы жүзеге асыра келе, оқыту мен тәрбиенің тиімділігін қамтамасыз ететін жанды құрамдас бөлігі.

Білімді болу - бәрінен бұрын адам болу деген сөз. Өмірдегі барлық жақсылық білімнен шығады. Білім - бұл қолдағы шырақ. Адамның санасы - түбі жоқ теңіз, ал білім - теңіз түбіндегі інжу-маржан, гаухар тас. Білім адамға оңайлықпен түспейді, оны меңгеру үшін көл-көсір өлшеусіз әрекет ету керек. Ғылым - білімге түгелдей берілген адам ғана ойлаған мақсатына жете алады. Білімнің керек емес жері жоқ, Білімнің де білімі бар, жаттап алған құрғақ білімнен пайда аз. Адамды адам ететін, оның өмір сүруін жетілдіретін, іс-әрекетпен, тәжірибемен байланысқан білім ғана нағыз білім болып саналады. «Білімді адам тәрбиесіз болса, білімді жақсыға да жаманға да пайдаланады» деп бекер айтпаған М. Жұмабаев.

Педагогикалық тәжірибені зерттеу әдістері – білім беру процесін ұйымдастырудың көз алдымызда қалыптасқан тәжірибесін зерттеудің жолдары. Зерттеуге озат тәжірибе, яғни танымал мұғалімдер мен қатардағы тәлімгерлер қызметтері бірдей алынады. Олардың жұмыстарында кезігетін қиындықтар педагогикалық процесс қайшылықтарымен, пайда болған не енді туындауы мүмкін проблемалармен байланысты келеді. Педагогикалық тәжірибені зерттеу барысында келесідей әдістер қолданылады: бақылау, әңгімелесу, интервью, анкеттеу, құжаттармен танысу.

Теориялық әдістің қажеттігі проблема анықтауға, гипотеза белгілеп, жинақталған деректердің бағасын шығарудан туындайды. Теориялық әдіс көптеген әдебиеттермен таныс болуды талап етеді:

- жалпы адамтану, соның ішінде педагогика классиктерінің еңбектері;
- жалпы және арнайы педагогикалық әдебиеттер;
- тарихи-педагогикалық ресми деректер мен құжаттар;
- педагогикалық мерзімді басылымдар ;
- мектеп, тәрбие, мұғалім жөніндегі көркем шығармалар;
- педагогикалық анықтама құралдары.

Әдебиеттермен танысудың арқасында қай проблеманың қандай тараптары жақсы зерттелгенін, қандай проблемалардың дау-дамайлы және қай мәселелердің әлі тың жатқанын білуге болады.

Н.Ә. Назарбаевтың «Қазақстан-2030. Барлық қазақстандықтардың өсіп-өркендеуі, қауіпсіздігі және әл-ауқатының артуы» туралы Қазақстан халқына жолдауында айқындалған білім оқушыларды баурап әкететін субъектісі ретінде көрінуінен білінеді»[3], - делінген Қазақстан Республикасы Гуманитарлық білім беру тұжырымдамасында. Міне, мұндай максатқа жету білім мазмұнын жаңарту мен қатар оқытудың әдіс-тәсілдері мен әр алуан ерекшеліктерді қолданудың тиімділігін арттыру міндетін жүзеге асыруды қажет етеді. Сондықтан Республикалық білім беру кеңістігінде жаңартылған әдістемелік жүйенің тәрбие үрдісінде іске асуы үшін оны технологияландыру қажеттігі туындауда. Осыған орай, педагогикалық қызметте ынтасы жоғары, білім беру санасында үнемі жаңарып отыратын өзгерістерге икемді, жаңа технологияларды оқу-тәрбие үрдісінде қолдана алатын педагог магистранттарды дайындау бүгінгі күннің ең өзекті мәселелерінің бірі.

Бүгінгі ғылыми-техникалық прогрестің қарқындап өскені, кезінде өндірісті автоматтандыру, компьютерлендіру мәселесімен тығыз байланысты өркендетіп отырған өтпелі кезеңде, педагог магистранттарды ғылым негіздерін меңгерту және көптілді болуы, білімді әлемдік стандартқа жақындату, оқытудың мазмұны мен әдістерін жаңарту мемлекеттік мәселе болып отыр. Бұл күрделі мәселелерді ойдағыдай шешу, университеттің материалдық базасына, оқу-әдістемелік құралдардың ғылыми-әдістемелік негізде жасалуына, мұғалімдердің ұстаздық еңбекті жаңа технологиялық тұрғыда ұйымдастыруына байланысты болмақ.

Неміс педагогі А. Дистерверг өзінің әйгілі «Неміс мұғалімдерінің білімі беру ісіне басшылық» атты еңбегінде «Жаман мұғалім ақиқатты өзі айтып береді, ал жақсы мұғалім оқушының өзі ізденуге жетелейді, ойлауға үйретеді», - деген. Интербелсенді әдісті пайдаланудың тиімділігі сол магистранттың өз ойын еркін, жүйелі айтуына, ұйымшылдыққа тәрбиелейді. Әсіресе табиғатынан тұйық, өз ойын жеткізе алмайтын, өздеріне сенімсіздеу ізденушіге пайдасы мол. Басқаша айтқанда, «интербелсенді» дегеніміз біреумен қарым – қатынаста болу, онымен бірлесе әрекет жасау, диалог құру. Интербелсенді оқыту білім игеру процесін келесідей ұйымдастыруға ынталы:

- барлық үйренушілерге бірлескен таным процесіне белсенді арласуға мүмкіндік жасау;
- әрбір үйренушінің өзінің үйренгені мен өз білімі туралы түсініктерін ортаға салып, бірлесе талқылап, олар туралы ой толғануына мүмкіндік жасау;
- үйренушілер білімді өздігімен құрастыратын орта құру;
- терең ойлану, жеке рефлексиялық қабілеттерді дамыту;
- өз идеялары мен әрекеттерін талдау және оларға баға беру;
- оқу барысында жеке басының құндылықтары мен сенімдерін қалыптастырып, белсенді өмірлік бағытын (көзқарас, дүниетаным) ұстану;
- пікірталастарға қатысып, өз ойы мен пікірін дәлелдеу.

Бұл тұлғаның тұрақты қасиеттеріне айналып, тек магистранттардың аудиторияда орын алып қана қоймай, сонымен бірге өмірдің басқа да жақтарын көрсетеді[4].

Интербелсенді дәрістің мәтіні ауызша оқылмай, жазбаша үлестірмелі материал түрінде таратылып беріледі. Оқытушы лекцияны ауызша түрде магистранттар тарапынан туындаған сұрақтарға жауап бергенде, дәріс тақырыбы толық ашылады. Сол арқылы уақыт та үнемделіп, студенттер де оқу материалдарын өзіндік тұрғыдан игеру әрекеттеріне белсене араласады.

Инженер педагог магистранттарды интербелсенді оқыту - мұндай ұстаным қомақты нәтижелерге жеткізетін ең тиімді жүйе деп есептелінеді, өйткені адамның ойында бірінші мезетте тек өзінің әрекеттері мен өз қолымен жасағаны ғана қалады. Кезінде көне қытай ғұламасы Конфуций (Кун-цзы) былай деген екен: « Маған айтып берсең – ұмытып қаламын, көрсетсең – есте сақтармын, ал өзіме жасатсаң – үйренемін!».

Педагогика ғылымының негізгі міндеттерінің бірі, инженер педагог магистранттарға, сабақ барысында, өз ойын толық жеткізіп, айтуда шешен сөйлеу дағдысын қалыптастыру қажет. Сөйлеудің жалпы қағидалары, сөйлеу өнерінің жекелеген түрлері мен тектерінің заңдылықтары туралы ғылым ретіндегі шешендік өнерді (риторика) көзге ілмеу, одан алшақтау XIX ғасырдың екінші жартысынан басталған. Ғасыр соңына қарай шешендік өнер пәні оқу бағдарламаларынан шығарылып тасталды. Осының салдары ретінде қоғамның сөйлеу мәдениетінің деңгейі шұғыл төмендегені анықталды. Өткен ғасырдың 20-30-жылдары академик В.В. Виноградов шешендік өнерден бас тартудың себебін қарастыра келе, оны ғылым ретінде қайта қалыптастыру керектігін айтты. Алайда бұдан кейін де сан жылдар бойы шешендік өнер қоғам үшін «қажетсіз» қалпында қалды. Негізінен шешендіктану идеологиялық насихат құралы ретінде қарастырылып, ал шаршы топ алдында сөйлеу мәселесін жанжақты қамтитын әдебиеттерді оқып-үйрену тек кәсіби лекторлардың еншісіне ғана тиді[5]. Бұған дәлел - көптеген техникалық жоғары білімді адамдардың шешен шөйлеуі былай тұрсын, көбіне өз ой-пікірін түсінікті байланыстыра алмауы.

Жоғары білімді инженерді дайындауда техникалық ғылымды ғана меңгерту емес, сонымен бірге олардың дұрыс сөйлеу, ойын ашық айтып жеткізу, адамдармен парасатты қарым-қатынас жасау дағдысын қалыптастыруға баса назар аударған жөн.

И.Ф. Харламов өзінің білім беру мазмұнының тұжырымдамасында білім алушылар меңгеретін білім, дағды, іскерліктерді тұтастай қарастырады. Оқыту, үйрету барысында инженер педагог магистранттар міндетті түрде білім мазмұнының құрамы ретінде дүниетанымдық және адамгершілік, эстетикалық идеяларды түсінуі қажет. Әрине, мұнда азаматтық мәдениеттің барлық құрамы талданбаған,

сондықтан да, білім дағдының негізгі сипатын ашпайды. Білім мазмұнының негізгі компоненттері жоғарыда айтылған мәдениет түрлерін қалыптастыруға тікелей байланысты. Білім беру мазмұнының тұжырымдамасындағы мақсат ізгілік тұрғысынан ойлауға, әлеуметтік тәрбиенің барлық құрылымдық бөліктерінде педагогикалық бейімделуге сай келеді. Білім мен тәрбиені іске асыру барысында аталмыш тұжырымдама шығармашылық-танымдық, іс-әрекеттік және құндылық-эмоционалдық қатынас тәжірибесін енгізеді. Әрбір осы аталған тәжірибелер білім беру мазмұнының өзіндік түрі ретінде есептеледі:

Бұрыннан іс-әрекетттерді қалыптастырудың әдістері алған білімін – іскерлігін қазіргі жағдайда іс-әрекеттің жаңа тәсілдері негізінде өздігінен іске асыруды талап етеді. Әрбір адамның қалыптасуының көрсеткіші ретінде белсенділігі және өзіндік дамуы кішкене кезінен шығармашылық тұрғыда жұмыс істеу барысында қалыптасады, бірақ білім беру мазмұнында оны бағдарламаға енгізу керек. Қоршаған ортада алған біліміне байланысты әрбір адамның құндылық дүниесі қалыптасады.

Инженер педагог магистрантты оқытып білім беруде оларды адамгершілікке, ізгілікке, қоғамда белсенді адам болуға тәрбиелейтін педагогика мен психологияның орны ерекше. Мұғалімдерге де үлкен жауапкершілік жүктеледі. Атап айтқанда, әр оқытушы өз сабағын үлкен ізденіспен, әдістемелік шеберлікпен түрлендіріп, қызықты өткізгенде ғана сапалы жетістікке қол жеткізуге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Педагогика / Под ред. Ю. К. Бабанского. – М: Просвещение, 1998. С.19.
2. Кукушкин В.С. Общие основы педагогики. – Ростов-на-Дону, 2000.-367с.
3. Назарбаев Н.Ә. Инновациялар мен оқу-білімді жетілдіру арқылы білім экономикасына. – Егемен Қазақстан, 2006, 27 мамыр.
4. Әлімов А. Интербелсенді әдістерді жоғары оқу орындарында қолдану. Алматы 2009. 63-64 б.
5. Негимов С. Шешендік өнер. Алматы, Ана тілі, 1997. 208 б.

REFERENCES

1. Psychology / Ed. JK Babanskii. - M: Education, 1998. P.19.
2. Kukushkin VS General principles of pedagogy. - Rostov-on-Don, 2000.-367s.
3. Nazarbayev N.A. To gain to the economics of the education by innovations and fostering learning and knowledge. Egemen Kazakhstan, 2006, 27 of March.
4. Alimov A. The use of interactive methods in higher education universities. Almaty 2009. p.63-64

Нургалым К.С.

Современные педагогические технологии для магистрантов технического вуза.

Резюме. В статье отражаются вопросы сегоднешней образовательной системы, включающей национальные и общечеловеческие ценности, развитие профессионализма через внедрение и применение интерактивных технологий в обучении магистрантов.

Ключевые слова: особенности усвоения педагогической науки.

Nurgalym K.S.

Modern educational technology for magisters of technical university.

Summary. Article is reflected questions of contemporary educational system including national and common to all mankind values, development of professionalism through introduction and application of interactive technologies in teaching magisters.

Key words: features of mastering of pedagogical science.

УДК 811.161.1

Н.К. Шаяхметова
(КазНТУ имени К.И..Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан nurbala-s@mail.ru)

ЛИНГВОСИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЯЗЫКОВОЙ ЛИЧНОСТИ ИНЖЕНЕРА.

Аннотация. Статья посвящена изучению языка инженера в лингвосинергетическом аспекте, представляющей собой индивидуальную систему, в которой элементы находятся в антропоцентрическом порядке, т.е. организованы особым образом, что проявляется в использовании только тех элементов языка, которые выражают особенности языкового сознания, технического мышления и интенции.

Ключевые слова: антропоцентрический подход, коммуникативная система, синергетика, языковая личность, языковая картина мира.

В сложной глобальной языковой картине мира можно выделить множества более частных картин, каждая из которых отличается языковым своеобразием. Поскольку (в соответствии с концепцией Ю.Н.Караулова1) язык дан нам в трех ипостасях – *в системе, текстах, языковой способности индивидов,* - языковые картины мира должны быть в перспективе представлены во всех этих ипостасях.

В данной статье мы обратимся главным образом лишь к одной из них - К ЯЗЫКОВОЙ ЛИЧНОСТИ ИНЖЕНЕРА. Предметом анализа является прежде всего роль инженера в цивилизации как творца и носителя языка, так как в сознании человека картина мира обретает личностную окраску.

Язык инженера интересует нас не только в плане использования средств языка в качестве орудия общения, но и с точки зрения изучения вопросов о том, как в языковых единицах отразился сам человек, какие лексические средства он использовал для репрезентации *технологической картины мира*, какую роль сыграла *языковая личность инженера* в обеспечении своего языка как самоорганизующейся системы.

В последние годы заметно возросло внимание, уделяемое когнитивным аспектам языка, механизмам формирования значения, связанным с познавательной деятельностью человека – и это естественно, ибо значение и знание в онтологии обслуживают неразрывную связь. Важную роль при этом играет изучение того, как именно человек воспринимает и концептуализирует действительность, какие факторы объективного и субъективного порядка имеют решающее значение в формировании *картины мира человека*.

Когнитивные науки, изучающие организацию человеческого знания, интересует прежде всего отдельный индивид с его конкретными знаниями, интересами, убеждениями[1].

Каждому человеку свойствен свой когнитивный стиль. Когнитивное развитие человека можно рассматривать как установление когнитивного стиля. В филологии интерпретация речи человеком – это вид когниции, непосредственным объектом которой является продукт речевой деятельности, а результаты и инструменты обладают разветвленной типологией и насквозь пропитаны личностными характеристиками.

Антропоцентрический подход к языку становится ведущим и перспективным общенаучным принципом современной лингвистической парадигмы, так как проблематика антропоцентризма обращена к одному базовому понятию - *языковой личности.*

В данной системе антропоцентрический порядок проявляется в том, что субъект инженерии в соответствии с предназначенностью своей деятельности, ценностными организациями использует языковые средства, отвечающие назначению и цели его специфической речемыслительной деятельности.

В нашей работе исследуется язык инженера как превращенная форма жизнедеятельности субъектов технологических процессов, субстракт структуры языковой личности инженера. Со-

[1] Когнитивизм (cognitio) - взгляд, согласно которому человек должен изучаться как система переработки информации, а поведение человека должно описываться и объясняться в терминах внутренних состояний человека.

знание инженера, отраженное в языке, представляет собой часть обобществленного множеством субъектов технического сознания. Ментальные образы, ценностные ориентации, технические идеи, промышленно-техническая культура, техническое образование – все это заложено в сознание инженера и отражается в языке. А языковые средства используются в процессе речемыслительной деятельности. Поэтому субъекты инженерии, манипулируя в технологическом пространстве «телами языков», ассоциируют с ними одинаковые ментальные образы.

В связи с этим принципы динамичности, открытости и самоорганизации проявляются в используемых инженерно-техническими работниками различных приемов *синергетичности.*[2]

В языке инженера процессы синергетичности проявляются в трех основных классических формах когнитивного освоения нового. К таковым относятся лексическое конструирование (Merging), концептуальное слияние смыслов (Conzeptual Blending), межкультурное взаимодействие (Cultural Grossing), которые будут рассмотрены ниже.

Поскольку культура вся смоделирована в языке и язык симметрично отражает культуру и знаковую функцию основных тенденций общества, логично считать основной тенденцией современной межкультурной коммуникации тяготение к *синергетичности* межкультурного технологического взаимодействия, т.е. в основе не противостояние, не альтернатива, не изолированность развития, даже не компромисс, а именно синергетичность, «совместная работа», интеграция с целью достижения наибольшего технического содружества.

Достичь его возможно только при интеграции усилий обеих сторон, т.е. синергично. Чем более интегрированы, синергичны усилия представителей науки и техники, тем ближе они к достижению этой высшей точки коммуникации

Типообразующими параметрами и культурно значимыми маркерами синергии языка и культуры являются: а) смешение коммуникативных стилей, общая тенденция к демократизации языка; б) интернационализация лексики; в) на бытовом уровне - макаронизация3 ; г) многовариантность; д) лингвосинергетическое осмысление фразеологизмов.

В научно-техническом языке **интернационализация лексики** достигается за счет функционирования в нем слов из разных языков. Иноязычные слова, приобретая в языке инженера общественно-техническое значение и социальную значимость, становятся техническими терминами. Терминологизация осуществляется через закрепление их в качестве технических терминов. Они характеризуются и многовариантностью, которая проявляется в использовании терминов из различных языков.

Многие заимствования прочно вошли в русский язык и даже в ряде случаев воспринимаются как исконно русские. Например: *вибрация* (колебания), *компоненты* (составные части), *демонтаж* (разборка), *помпа (*насос*)* и др.

Интернационализация терминологии научно-технической системы достигается также за счет смешения слов различного происхождения и варьирования их. В этом случае технические понятия заменяются синонимами, несмотря на однозначность терминов. Использование синонимов в языке инженера создает многовариантность. Например: *автомобилеподъемник - автомобиленаклонитель – автомобилеразгрузчик* (машины, используемые для выгрузки какого-либо груза из кузова автомобиля), *буровой сальник и промывочный сальник; ионизирующее излучение, радиоактивное излучение и ионизирующая радиация; упругость пара и давление пара; клемма и зажим, гидротурбина и водяная турбина; шарнирная муфта и кардан; удельное давление и опорное давление.*

Многовариантность - это прием в языке инженера, служащий для манипуляции технологическим сознанием человека. Он реализуется путем использования полисемии. Приведем примеры многозначности терминов. Термин *шпиндель* употребляется в двух значениях: 1) устройство, служащее для закрепления детали, и 2) деталь, с помощью которой осуществляется перемещение затвора в корпусе Термин *рама* - 1) несущая часть машины или установки) и 2)

[2] Основной принцип происходящих в языке и культуре инноваций - СИНЕРГЕТИЧНОСТЬ (синергия, синергизм) – от. греч. synergus - «работать вместе»; sun – «вместе», ergon – «работа»; такое явление, когда две или более индивидуальные силы, энергии, два агента, «работая вместе», производят эффект больший, чем сумма эффектов, производимых ими по отдельности.

крепежная рама усиленной конструкции. Термин *обойма* имеет значения: 1) металлическая рамка и 2) стальная массивная деталь обычно цилиндрической формы.

Многие полисемичные (многозначные) термины употребляются в значении двух понятий, имеющих сходство (перенос значения по аналогии).

Например, по аналогии технической функции, назначению соответственных предметов техники и т.д. Так, в термине *живая сила* терминоэлемент *сила* употребляется в значении энергии, а в термине *лошадиная сила* - в значении мощности. В термине *мощность двигателя* терминоэлемент *мощность* употребляется в своем обычном значении, а в термине *мощность пласта* - в значении линейной величины, измеряемой по геологическому разрезу.

Следующим приемом синергетического подхода является **макаронизация**[3] **языка инженера.** Язык инженера подвергается бытовой макаронизации. В нем помимо просторечных слов, разговорной лексики и слов с разговорным значением, присутствуют жаргоны и элементы арго. Например: *наехать, накатить, напрячь, блефовать, «шухер, ребята, проверка», закоротить* (короткое замыкание), *завернуть (*ввинтить*), зашкурить (*вместо зачистить*), крепеж* (вместо крепежного зажима), *косынка* (деталь поршня) и др. Использование различных синонимов к различным иноязычным и русским терминам показывает, что в данном случае возможен выбор слова из множества вариантов.

Далее остановимся на выяснении вопроса о специфике фразеологии с точки зрения **лингвосинергетического осмысления фразеологической системы** в плане ее смыслового преобразования в речи технических работников. Новая идиоматичная фразеология создается в результате обыгрывания их путем трансформации. При этом выделяются два типа фразеологических преобразований: 1) фразеологизмы, не разрушающие семантического тождества фразеологических единиц; т.е. фразеологизмы, используемые в общетехнической речи (например, *в известной степени, назрела необходимость;* . 2) фразеологизмы, преобразованные в структурно-семантическом плане. Это терминологическая фразеология, т.е. фразеологические единицы, соотносимые с научно-техническими понятиями. В научной речи инженера чаще других используются фразеологизмы, представляющие собой терминологизированные и нетерминологизированные атрибутивные словосочетания. Например: *коленчатый вал, агрегатное состояние, аспидный сланец, щелевая антенна, меньшие интервалы, сложные кривые, производственные отношения, территориальная специализация труда и т.д.* Приведенные примеры фразеологических единиц являются синергетическим приемом обновления фразеологической системы в речи инженера. Таким образом, в научно-технической речи инженера наблюдаются основные принципы синергии и приемы использования языковых средств, которые способствуют повышению действенности и экспрессивности технического языка инженера.

Синергетическое обыгрывание лексики и фразеологии в языке инженера проявляется в ее интернационализации, многовариантности, макаронизации, образном использовании, употреблении фразеологических средств выражения. Легкая воспроизводимость готовых речевых единиц и связанная с этим экономия мыслительных усилий и времени облегчает и ускоряет процесс коммуникации в инженерно-технической среде.

Наибольшая повторяемость речевых ситуаций при наибольшем числе участников общения обусловливает и наибольшую выразительность указанных речевых средств. В процессе производственного общения инженерно-технических работников не весь речевой материал создается заново, часть его употребляется в готовом виде, что связано в известной мере повторяемостью одних и тех же жизненных ситуаций.

Проведенный нами анализ лингвосинергетичности языка инженера позволил сделать следующие выводы.

1.Подлинность когнитивной и языковой картины мира в техническом контексте определяет его роль в формировании вторичной языковой личности, способной создать техническую модель реального мира средствами языка.

2.Языковая личность рассматривается в совокупности с языковой картиной мира, которая состав-

[3] Макаронизация – всевозможное смешение лексики бытового языка, просторечия, жаргонизмов с употреблением технических терминов.

ляет ядро мировоззрения языковой личности инженера и неизбежно хранит в своей основе его свойства. Языковая личность интегрирует такие понятия, как действительность, мышление, язык и речь, и позволяет осуществлять антропоцентрический подход, который является одним из основных принципов современной лингвистики.

3.Язык инженера выступает как особая форма сущностного становления человека в технике и промышленно-технологической сфере, как проявление им самого себя, своих качеств, знаний в процессе речемыслительной, инженерно-познавательной деятельности. В данной сфере субъекты промышленности производят самих себя, свою жизнедеятельность, содержание своей технической деятельности. В этом случае проявляется личность субъектов технико-инженерной деятельности, так как он «встроен» в жизнь и деятельность человека и не может быть понят без обращения к ним.

В заключение можно сказать, что язык инженера предстает как превращенная форма его жизнедеятельности, в которой проявляются следы его технологической деятельности, технического мышления, технического образования, выражение субъективного отношения, оценка по отношению к кому-либо, к чему-либо. Лингвосинергетический подход к анализу языка инженера дал возможность охарактеризовать его как экспрессивную эгоцентрическую коммуникативную систему.

ЛИТЕРАТУРА

1.Караулов Ю.Н. Русский язык и языковая личность.// Отв. Ред. Д.Н.Шмелев.- М.: Наука, 1987.- 261 с.

2.Залевская А.А. Проблемы организации внутреннего лексикона человека.- Калинин, КГУ, 2008

3.Колшанский Г.В. Объективная картина мира в познании и языке.- М.: Наука,1995 – 107 с.

4.Молчанова Г.Г. Синергия как основной типообразующий параметр современных языковых и межкультурных инноваций. // Вестник МГУ. Сер. Межкультурная коммуникация. – М., 2006,- № 4,- С.9-20.

ӘДЕБИЕТТЕР

1.Караулов Ю.Н. Орыс тілі және тілдік тұлға// Жауапты ред. Д.Н. Шмелев. !Ғылым, 1987, 261 б.

2.Залевская А.А. Адамның ішкі лексиконын ұйымдастыру мәселелері. – Калинин, 2008.

3.Колшанский Г. В. Тіл және танымдағы әлемніің ақиқат бейнесі. – М.: Ғылым. – 1995 - 107 б

4.Молчанова Г.Г. Синергия заманауи мәдениаралық тілдік инновацияның түрін тудырушы негізгі параметр // ММУ Хабаршы. Сер. 19 Мәдениаралықкоммуникация – М. – 2006, №4 – Б. 9 – 20.

REFERENCER

1. Karaylov Vu.N. The Russian language and language personatity. – M.; Nauka, 1987 – 261 p.
2. Zalevskya A.A. The problems of organization of internallexsicon a person - Kalinin, KSY, 2008.
3. Kolshansky G.V. The objective picture of the world in cognition and language. M.: Nauka, 1999 – 107 p.

Шаяхметова Н.К.

Инженердің тілдік тұлғасының лингвосинергетикалық сипаты.

Түйіндеме: Мақала инженердің тілдік тұлғасын лингвосинергетикалық қыры- нан зерттеуге арналған. Мунда жеке қатысымдық жүйені құратын инженердің тілдік тұлғасының сөйлеу құбылысы, ондағы элементтердің антропоөзектік жүйесі, яғни тілдік сананың ерекшеліктеріне сай қажетті тілдік элементтерді қолданудан тұратын техникалық ойлау мен инженер инстенсияның өзіндік көрінісі қарастырылады.

Негізгі сөздер: лингвосинергетикалық парадигма. коммуникативтік жүйе, әлемнің тілдік бейнесі, тілдік тұлға

Shayahmetova N.K.

The linguistic description of the language personality of an engineer (the article name)

Annotation: The language of an engineer represents the individual communicative sistem where the elements are in the anthropocentric orter, i. e. are self – organized in a special way, that is revealed in the use of only those elements of the language which express the peculiarities of language consciousness, of technical thinking and the intension of engineer.

Key words: “e – Learning”, anthropocentric approach, egocentric communicative system, language personatity, language picture of the world

3.Языковая личность рассматривается в совокупности с языковой картиной мира, которая составляет ядро мировоззрения языковой личности инженера и неизбежно хранит в своей основе его свойства.

УДК 14.35.09

О.С. Сатыбалдиев

(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, oraz_55_55@mail.ru)

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ШКОЛЬНОГО УЧЕБНИКА ПО МАТЕМАТИКЕ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ

Аннотация. Подготовка и издание любой учебной дисциплины определяются в первую очередь ее ролью и местом в системе образования, целями и задачами обучения и воспитания, а также особенностями самого издания как средства передачи учебной информации.

Внедрение элементов математического анализа в курс средней школы поставило перед математиками, методистами и учителями сложные и разнообразные задачи. Оптимальный выбор содержания этого раздела и методики его изложения требует решения центральной проблемы методического характера – четко определить назначение методов исследования функций в образовании и воспитании школьников.

В данной статье рассматриваются вопросы создания учебника «Алгебра и начала математического анализа» для 10 и 11 классов естественно-математического направления общеобразовательных школ и даются рекомендации по их структуре и содержанию.

Ключевые слова: учебник, алгоритм, математическое моделирование, функционально-графического представление, учебная программа, логическая мышления, творческая активность.

Осуществляемая перестройка образовательной системы, содержания учебного процесса требует всестороннего анализа используемой литературы, выработки и скорейшей реализации новых подходов к созданию учебников и учебных пособий, содержание которых наиболее полно отражало бы достижения научно-технического прогресса.

Кроме того, разработка и внедрение новых информационных технологий обучения, техническое переоснащение школы, включение в учебный процесс новых средств обучения, обогащение методов преподавания и форм учебной работы учащихся выдвигают на первый план проблему координации и системного согласования той информации, с которой ученик сталкивается в школе.

В свете изложенного задача создания высококачественной литературы сегодня приобретает особую значимость. Для ее решения требуются совместные усилия педагогов, психологов, методистов и издателей.

Работа ученика с литературой - это не только необходимое условие его формирования, но и важнейшая предпосылка его мировоззренческого становления, культурного, идейного и нравственного воспитания.

В современных условиях деятельности общеобразовательной школы, когда особое значение приобретает самостоятельная работа учащихся, роль книги, в особенности учебной, возрастает еще больше. Суть изменений, происходящих в роли учебной литературы, состоит в том, что она все в большей мере принимает на себя обучающие функции учителя. Из пассивного носителя информации учебник превращается в активную дидактическую систему, которая должна обеспечивать ученику самоконтроль и самопроверку, способствовать формированию логического мышления и языковой культуры. Являясь ведущим дидактическим средством, учебная книга призвана обеспечивать оптимальные условия для самостоятельной работы: ученик должен иметь реальную возможность с необходимой полнотой изучить содержащийся в ней программный материал.

Однако анализ содержания используемых в учебном процессе книг нередко показывает, что при их подготовке были использованы разные научно-методические принципы, что, безусловно, снижает эффективность самостоятельной работы учеников с учебниками. Особо следует выделить следующие недостатки существующих учебников:

- отсутствие необходимых междисциплинарных связей в изложении учебного материала;
- слабая преемственность материала в книгах по различным учебным дисциплинам;
- крайне слабо разработанный справочный аппарат учебной книги;
- недостаточная обеспеченность непрерывности отдельных видов подготовки (математической, экономической, природоохранительной и др.);
- недостаточный учет требований педагогики и психологии средней школы;
- неравнозначность и недостаточность включения в содержание книг материалов мировоззренческого, методологического характера;

- дублирование учебного материала;
- различная структура учебных книг и их справочно-сопроводительного аппарата;
- различное толкование одних и тех же категорий, понятий, определений, а также отсутствие унификации в использовании терминологии и обозначений;
- несоответствие объема отдельных частей книг бюджету времени, отведенного для самостоятельной работы ученика с литературой;
- различный подход авторов к подбору иллюстраций как средству повышения информативности учебного материала и эффективности самостоятельной работы;
- различный подход издательств к конструированию учебных книг, их художественному оформлению и полиграфическому исполнению.

Избежать указанных и других недостатков существующих учебников и пособий, как показывает опыт, поможет создание комплексов учебных книг по одной дисциплине одним авторским коллективом, а также объединение авторских коллективов в создании серий учебников и учебных пособий для отдельной специальности или их группе.

Подготовка и издание любой учебной книги определяются целями и задачами обучения и воспитания, а также особенностями самого издания как средства передачи учебной информации. Являясь важным элементом системы средств обучения, учебник служит для ознакомления учеников с содержанием изучаемой дисциплины, с состоянием и перспективами развития данной области науки, техники и культуры.

Каковы же общие требования к школьному учебнику? На наш взгляд, при определении этих требований необходимо прежде всего исходить из педагогических задач, поставленных перед учебной литературой.

Учебник служит основным источником знаний по конкретной учебной дисциплине и предназначен для самостоятельного усвоения этих знаний учениками. С помощью учебных пособий решаются такие задачи учебно-воспитательного процесса, как закрепление полученных знаний и развитие навыков в их применении, умение решать конкретные задачи и т. п.

Таким образом, учебнику принадлежит ведущая роль среди других средств, используемых учениками при самостоятельной работе. В нем должна быть изложена система знаний, а не их сумма. Причем материал учебника необходимо давать в материалистической трактовке, позволяющей вскрыть методологические основы знаний, осветить проблемы соответствующей отрасли науки.

Конечно, важно, чтобы учебник содействовал плодотворному самостоятельному усвоению содержащегося в нем материала. В связи с этим изложение материала необходимо строить с учетом педагогических и психологических закономерностей усвоения знаний. Авторы, хорошо владеющие педагогическими приемами, используют в книге различные методы стимулирования и организации мышления ученика, осуществления самоконтроля усвоения материала, концентрации внимания учащегося на проблемных и перспективных вопросах развития конкретной науки.

Установлено, что для успешного усвоения нового материала по учебнику необходимо в первую очередь обеспечить мотивацию, т.е. формирование и поддержание внутреннего побуждения, стимулирующего ученика к активной творческой работе. Такими мотивами могут быть: интерес к знаниям и процессу их приобретения; осознание практической и теоретической значимости изучаемого материала, его соответствие наклонностям и стремлениям учеников; установление перспективности обучения и самостоятельной деятельности; создание ситуации успеха в учебной работе и т.д. Иными словами, в основе мотивации учения находится осознание потребности в данных знаниях, а также интерес к ним.

Учесть данные требования - основополагающая задача, стоящая перед авторами учебника, в противном случае учебник останется «вещью в себе» и не будет познан учеником.

Из педагогического опыта мы знаем, что успех самостоятельной работы ученика с учебником во многом зависит от доступности изложения материала. Однако, решая задачи обучения, мы должны всегда помнить, что знания нельзя передавать. Их можно предложить, подсказать, но овладеть ими ученик должен самостоятельно. Именно в процессе преодоления трудностей обучения рождается самостоятельное творческое мышление. Если же материал учебника будет изложен в «облегченном» варианте, то работа с книгой ни в коей мере не будет способствовать углубленной работе и развитию творческих способностей учеников.

Основным средством формирования интереса к изучаемому предмету являются правильная организация всей учебно-воспитательной работы с учениками, повышение их познавательной активности, включение в творческую самостоятельную деятельность с целью приобретения новых знаний. В связи с этим важно, чтобы в учебнике были введены проблемные вопросы, которые создавали бы проблемную ситуацию и вызывали бы у учеников потребность в овладении необходимыми знаниями.

Перед авторами учебников стоит важная задача - увязать излагаемые в нем вопросы с решаемыми социально-экономическими задачами, показать прогрессивную роль передовой науки, техники и технологии.

Наряду с изложением программного материала автору учебника необходимо раскрыть перспективы развития данной науки, что будет способствовать формированию умений применять знания при решении конкретных задач в практической работе.

На основе тщательного отбора материала и установления оптимальной его последовательности автор выделяет «ядро», которое в полной мере содержит информацию, необходимую при изучении конкретной учебной дисциплины.

В большинстве учебников по многим дисциплинам материал должен быть изложен с учетом принципа историзма. Книга, содержащая материал о возникновении и развитии научных понятий, о борьбе за утверждение передовых материалистических идей в науке и культуре, способствует повышению научности обучения и более глубокому усвоению знаний.

Важно, чтобы все выводы идейно-мировоззренческого характера, излагаемые в учебниках по родственным предметам, взаимно дополняли и обогащали друг друга, обеспечивали создание единой научной системы взглядов на развитие природы, общества и мышления. Это и явится основой создания необходимых предпосылок для переноса умений и навыков, приобретенных учениками при изучении одной дисциплины, на изучение других дисциплин.

При подготовке учебников и учебных пособий особое значение должно быть уделено иллюстрациям как важному средству учебного познания, успешного овладения наукой. Иллюстрации должны быть методически целенаправленными и разнообразными по графическому и художественному оформлению. Самые важные части иллюстраций должны быть выделены. Особенно эффективными в учебной литературе являются диаграммы, графики, таблицы, схемы и карты. Они помогают раскрыть количественные отношения между явлениями или различными стадиями явления (диаграммы, графики), пространственные связи (карты, картосхемы, планы), временные (хронологические таблицы и графики) и причинно-следственные (схемы, таблицы), наглядно представить классификацию явлений и т.д. Схемы, таблицы, диаграммы должны быть легко обозримы.

Помимо выполнения основной функции иллюстрации делают учебник более привлекательным и приятным для читателя, а это не только повышает интерес к его содержанию, но и способствует эстетическому воспитанию.

Интенсивное внедрение в учебный процесс новых аудиовизуальных и технических средств обучения в свою очередь ставит задачу связи с ними учебной литературы. Вот почему в учебниках и учебных пособиях как книгах, предназначенных для самостоятельного изучения учениками той или иной учебной дисциплины, должны быть использованы различные методы организации самостоятельной учебной деятельности с учетом применения учащимися указанных средств обучения.

Одним из таких созданных комплексов учебных книг являются учебник «Алгебра и начала математического анализа» и задачник такого названия для 10 и для 11 классов естественно-математического направления общеобразовательных школ под руководствами доктора педагогических наук, профессора Сатыбалдиева Ораза Сатыбалдиевича и Мордковича Александра Григорьевича, который утвержден по приказу МОН РК №515 от 14 декабря 2014 года.

Профессор Сатыбалдиев О.С. является автором более 200 учебных, учебно-методических и научных работ, среди которых три монографии, более десяти учебников и более двадцати пяти учебно-методических пособий для студентов педагогических, экономических и технических специальностей и школьников. Дважды обладатель государственного гранта «Лучший преподаватель вуза». Обладатель нагрудного знака «За заслугу в развитии науки Республики Казахстан», обладатель ордена «Labore et scientia - трудом и знанием» Европейского научно-промышленного концорциума (Англия, Германия, Россия, Франция). Академик международной академии информатизации и Академик Российской Академии Естествознании.

Профессор Мордкович А.Г. является автором более 300 публикаций, среди которых свыше 100 книг по математике для школьников и абитуриентов, студентов педвузов, учителей математики. Профессор Мордкович А.Г. является организатором и бессменным научным руководителем Всероссийского научного семинара преподавателей математики педвузов России, работающего с 1987 года. Профессор Мордкович А.Г. – заслуженный деятель науки Российской Федерации, Лауреат премии РФ в области образования, Отличник народного образования СССР.

Учебник написан в соответствии с Государственным общеобязательным стандартом среднего образования (начального, основного среднего, общего среднего), утвержденным постановлением Правительства Республики Казахстан от 23 августа 2012 года №1080 на основании типовой учебной программы по предмету «Алгебра и начала математического анализа» для 10-11-х классов естественно-математического направления уровня общего среднего образования, утвержденным по приказу Министра образования и науки Республики Казахстан от 3 апреля 2013 года №115.

Название учебника соответствует названию учебного предмета «Алгебра и начала математического анализа», объем материала соответствует учебной программе. Содержание учебника обеспечивает учащимся:

а) возможность для продолжения образования в любом учебном заведении по специальности, требующей высокого уровня владения математикой;

б) преемственность изучения предмета в полном объеме с курсом алгебры основной школы на старшей ступени.

Учебник охватывает большой теоретический материал по предмету, причем этот материал излагается не в обзорном порядке, а подробно, с доказательствами основных положений.

Программный материал учебника изложен системно, последовательно, очень подробно, материал разбит на главы, главы – на параграфы. В тексте формулировки теорем и их следствия, а также вновь вводимые термины выделены полужирным шрифтом. Учебник содержит большой иллюстративный материал, при изложении материала приоритет отдается функционально-графической линии, все рисунки снабжены подписями. Графики и рисунки способствуют лучшему пониманию и усвоению нового материала. В тексте учебника содержится много примеров с подробными решениями, что повышает эффективность усвоения сложного теоретического материала. **Несомненным достоинством учебника** является наличие сформулированных и выделенных в рамки алгоритмов решения различных типов задач (например, составление уравнения касательной к графику функции, исследование непрерывной функции на монотонность и экстремум, нахождение наибольшего и наименьшего значений непрерывной функции на заданном отрезке).

Содержание учебника направлено на развитие логического мышления, интеллекта и творческой активности старшеклассников. Учебный материал включает актуальные вопросы современной математики, содержание направлено на реализацию развивающей концепции математического моделирования. Учебник не содержит недостоверных научных фактов, понятийных ошибок, неточностей.

Содержание учебника отвечает задачам обучения математике, таким как: развитие вычислительной культуры и практических навыков вычислений; овладение формально-оперативным алгебраическим аппаратом и умением применять его для решения различных задач; изучение свойств и графиков элементарных функций, использование функционально-графических представлений для описания и анализа реальных зависимостей; знакомство с основными способами представления и анализа статистических данных, со статистическими закономерностями в реальном мире, приобретение элементарных вероятностных представлений.

Новизна данного учебника заключается в приоритете основным содержательным линиям типовой учебной линии, а также в более глубоком теоретическом обосновании математических фактов, утверждений, свойств посредством доказательств теорем, что, несомненно, повышает научный уровень издания.

Данный учебник обеспечивает преемственность изучения учебного предмета в полном объеме на соответствующем уровне образования.

Авторы учебников реализовали **идеи проблемного обучения**: проблемно-поисковая и исследовательская технологии позволяют создать такое образовательное пространство, в котором ученик становится субъектом процесса обучения.

Следует отметить следующие **особенности учебного** издания:

стиль изложения теоретического материала позволяет учащимся, проявляющим интерес к математике, самостоятельно осваивать учебный материал, т.к. изложение материала дается подробно и

обстоятельно. В тексте приведено немало примеров с подробным решением и задачи на самостоятельное решение.

В каждом параграфе содержится подробное изложение теоретического материала с необходимыми формулами и их доказательствами. Во всех параграфах имеется достаточное количество примеров с подробными решениями, а также различные методические советы и рекомендации. Кроме того, в конце каждого параграфа приводятся разноуровневые упражнения для самостоятельного решения. Упражнения средней трудности отмечены значком **о**, повышенной сложности- другим значком, устные упражнения не содержат никакого значка, дополнительный материал другим значком

Учебник отражает актуальные знания по алгебре и началам математического анализа и геометрии. Содержание учебного издания соответствует современным научным представлениям.

Учебное издание 11-го класса содержит теоретический материал курса и возможности отразить многообразие и единство национальных культур, патриотизма, профессиональной ориентации, экологического воспитания.

Изложение учебного материала ведется на доступном языке от простого к сложному, от теории к практике с преобладанием дедуктивных методов рассуждений с учетом возрастных особенностей и уровня подготовки обучающихся.

Язык и стиль изложения материала соответствуют нормам современного литературного языка.

Авторы учебника широко используют научные термины, понятия. Учебник содержит некоторые сокращения и аббревиатуры и соответствующую их расшифровку.

Общие требования к иллюстративному материалу выполнены:

• целесообразность включения иллюстраций, соответствие иллюстраций отобранным для демонстрации фрагментам текста, выполнение иллюстрациями соответствующих функций;

• правильность размещения иллюстраций в издании;

• качество иллюстраций (наглядность, эстетические свойства, совпадение с текстом).

Психолого-педагогическая составляющая имеется: привлечение внимания учащихся, поддержание интереса, активизация его мышления, создание побудительного мотива к углубленному изучению того или иного вопроса, создание интеллектуально-познавательной потребности в изучении данной дисциплины.

Цельность учебного издания обеспечивается взаимодействием, взаимосвязью разделов между собой и полнотой раскрытия дисциплины.

Название задачника соответствует названию учебного предмета «Алгебра и начала анализа», объем материала соответствует учебной нагрузке этого предмета. Задачник охватывает большой по объему практический материал по предмету. Задачник содержит систему упражнений, которая достаточна для качественного обучения в классах естественно-математического направления.

В начале задачника имеется предисловие для учителя. Программный материал задачника изложен системно, последовательно, очень подробно, материал разбит на главы, главы – на параграфы, в конце учебника приводятся дополнительные задачи, ответы и оглавление.

В каждом параграфе «Задачника» имеются задачи трех уровней сложности: простые, средние и трудные. В данном издании есть раздел «Дополнительные задачи», которые окажут большую помощь старшеклассникам при подготовке к ЕНТ.

Задачник в полной мере отвечает задачам обеспечения качественного математического образования в современных условиях.

Наличие в задачнике заданий трех уровней сложности помогает в реализации дифференцированного подхода к обучению. Подбор задач повышенной трудности дает возможность учащимся более глубоко изучать математику.

Задачник дает прекрасную возможность развития у обучающихся умений самостоятельной работы с информацией.

Наличие отдельного задачника внушительного объема дает учителю возможность обеспечить все темы программы обширным материалом для закрепления и повторения материала.

Чтобы объем учебника соответствовал нормам санитарно- эпидемиологических требований, комплект, состоящий из учебника и задачника, изначально запланированный для 10-11 классов, мы разделили на отдельные книги для 10-го и 11-го класса.

В соответствии с авторской концепцией в изложении программного материала по алгебре приоритет отдается функционально-графической линии. Это означает, что сначала изучаются функции и их графики, свойства функций, затем рассматривается применение функционально-графических методов для решения уравнений, неравенств, систем уравнений и неравенств и уже потом рассматриваются алгебраические методы их решения. То есть сначала знания формируются на наглядно-

интуитивном уровне, затем выводятся на рабочий уровень и только после этого на формальный уровень восприятия.

Такой методологический подход просматривается при изучении всего учебного предмета «Алгебра и начала математического анализа».

ЛИТЕРАТУРА

1. Мордкович А.Г. Профессинально-педагогическая направленность специальной подготовки учителя математики в педагогическом институте: Дис. ... док.пед.наук. М.: 1986. -355 с.

2. Глушкова А.И. Обучение элементам математического анализа как средство повышения общеобразовательной подготовки средней школы: Дисс. ... канд.пед.наук. - М., 1987.

3. Сатыбалдиев О.С. Методическая система обучения курса математического анализа в педвузе. Дис. ... док.пед.наук. М.: Алматы, 2003. -304с.

REFERENCER

1. Mordkovich AG Seasoned professional-pedagogical orientation of special training mathematics teacher at the Pedagogical Institute: Dis. ... Dok.ped.nauk. M.: 1986. - 355 p.

2. A. Glushkov Training elements of mathematical analysis as a means of improving general education secondary school: Diss. ... Kand.ped.nauk.- M. 1987.

3. Satybaldyev OS Methodical system of training course on mathematical analysis in a teacher training University. Dis. ... Dok.ped.nauk. M.: Almaty, 2003. -304s.

Сатыбалдиев О.С.

Математикадан мектеп оқулығын заманауи талаптар тұрғысынан әзірлеудің өзекті мәселелері

Түйіндеме. Мақалада жалпы білім беретін мектептің жаратылыстану-математика бағатында оқитын 10 және 11 сынып оқушыларына арналған «Алгебра және анализ бастамалары» оқулығының құрылымы мен мазмұны, жаңалығы мен ерекшелігі және оқулық мазмұнының оқушыларды оқыту, тәрбиелеу, дамыту міндеттеріне сәйкестігі қарастырылады.

Кілттік сөздер: оқулық, алгоритм, математикалық модельдеу, функциялық-графиктік түсіндірулер, оқу бағдарламасы, логикалық ойлау, творчестволық белсенділік.

Satybaldiev O.S.

Urgent problems of working out the school course of mathematics meet the modern requirements

Summary. The article discusses the structure, content and originality of the textbook "Algebra and mathematical analysis of the beginning" for the 10 and 11 grades of natural-mathematical analysis "of secondary schools and the direction that the content of the textbook problems of training and development of the student.

Key words: textbook algorithm, mathematical modeling, functional and graphical representation, the curriculum, the logical thinking, creative activity.

ӘОЖ 338.45 (316.32)

А.А. Куйкабаева, А.А. Турсынбаеа, А.К. Данлыбаева, Ш. Болысбекова, Э.М. Зульбухарова, М.А. Борибаева, Л.М. Бершимбаева
(Әл-фараби атындағы ҚазҰУ
Алматы, Қазақстан Республикасы,
E-mail: a.kuikabaeva@mail.ru, shynara15_12@mail.ru)

ҚАЗАҚСТАННЫҢ МӘДЕНИ, ӘЛЕУМЕТТІК ЖӘНЕ САЯСИ ДАМУЫНЫҢ ДЕҢГЕЙІН ЖАСТАРДЫҢ БАҒАЛАУЫ НӘТИЖЕСІМЕН ТАЛДАУ

Түйіндеме. Қазақстандағы жастардың әлеуметтік дамуын, мәдени және саяси бағытта атқарылып жатқан жұмыстарды бағалау мақсатында бірнеше жыл қатарынан университеттің қабырғасында білім нәрімен сусындаған, ойлары тұрақтанып өз еріктерімен шешім қабылдай алатынүшінші курс студенттеріне сауалнама жүргізілді. Алынған нәтижелерді қолдана отырып жастардың әлууметтік, саяси даму және мәдени дамудың өзекті мәселелеріне көзқарастары бойынша үш топқа бөліп өңдеу жұмыстары жүргізілді. Сауалнама нәтижелерінің орташа арифметикалық мәндері бойынша салыстыруға сүйенсек,жастардың мәдени дамуын бағалауына қарағанда саяси және әлеуметтік мәселелеріне берген бағаларының төмендігі алдыңғы уақытта жоспар құра отырып осы мәселелерді шешуге әрекет ету керектігін көрсетеді.

Түйін сөздер: жастар мәдениеті, жастардың әлеуметтік жағдайы, жастардың саяси дамуға көзқарасы, студент, сауалнама, патриотизм, жемқорлық, жұмыспен қамту, тұрмыстық жағдай.

Бүгінде еліміз өзінің алдына әлеуметтік жаңғыру, үдемелі инновациялық индустрияландыру және экономикалық ықпалдасу бойынша жаңа ауқымды міндеттер қояды. Тәуелсіздіктің 20 жылындағы жетістіктерді бекіте отырып, Қазақстан XXI ғасырдың үшінші он жылдығында әлемнің дамыған 30 мемлекетінің қатарына кіруге ниет білдіреді.

Бұл жағдайларда аға буынның жасампаз істерін жалғастыруға, ұлттық бәсекелестікке қабілеттіліктің деңгейін одан әрі жоғарылатуға, Қазақстанның XXI ғасырда гүлденуі мен әлемдік танылуын қамтамасыз етуге тиіс жастарға үлкен үміт пен жауапкершілік жүктеледі.

Мұндай миссия кәсіптік білімі, дені сау әрі адамгершілігі мол, бәсекеге қабілетті, патриот және әлеуметтік тұрғыдан жауапты жастардың ғана қолынан келеді. Осыған байланысты мемлекеттің басым міндеті мемлекеттік жастар саясатын уақыт талаптарына сай бейімдеу арқылы жастарды Қазақстанның бәсекеге қабілеттілігінің маңызды факторына айналдыру.

Қазіргі жастардың өзекті проблемалары. «Қазақстан 2020: болашаққа жол» Қазақстан Республикасымемлекеттік жастар саясатының 2020 жылға дейінгі тұжырымдамасында қазіргі жастардың өзекті мәселелері келесідегідей анықталынған:

1. Дәстүрлі құндылықтар жүйесіне жаһанданудың қысымы
2. Еңбек құндылықтарының доминантты емес дәрежесі
3. Патернализм және әлеуметтік инфантилизм
4. Тұтынушылыққа құштарлық
5. Жастар арасындағы радикализм қаупі
6. Жастар маргинализациясы

1-сурет. Жалпы ұлттық, өңірлік және жергілікті деңгейлерде мемлекеттік жастар саясатын іске асыру қағидалары

Кез келген мемлекеттің жастар саясаты өте маңызды мәселелердің бірі болып табылатыны сөзсіз. Тәрбие де, саясат та, білім де отбасынан, бесіктен басталады. Жастардың саясатқа араласуы үшін әлеуметтік жағдайлары жасалынған болуы керек. Біздің көтеріп отырған мәселеміз жастар саясаты, жастар мәдениеті және жастардың әлеуметтік жағдайы болып үш үлкен топқа бөлініп отыр[1].

Жалпы ұлттық, өңірлік және жергілікті деңгейлерде мемлекеттік жастар саясатын іске асыру 1-суреттегі қағидаларға негізделеді.

Жастардың бойында мәдениеттілікті қалыптастырудың бір жолы жоғары оқу орындарында мәдениет саласы бойынша өткізіліп тұратын ғылыми конференциялар. Конференцияны жиі өткізе отырып студенттер мен жас ғалымдардың бойында келесідегідей қасиеттерді дамытуға болады:

студенттер мен жас ғалымдарды мәдениет саласындағы өзекті мәселелерді шешуге үйрету;

студенттің мәдениет саласындағы зерттеулер нәтижесін бөлісе отырып шығармашылық даму жолындағы жетістіктерге жету жолдарымен танысу;

өнерлі жастарды қолдай отырып, олардың икемділіктерін дамыту;

студенттердің, жас ғалымдардың теориялық-әдістемелік дайындық деңгейінің сапасын жоғарылату;

студенттердің ғылыми зерттеу іс-әрекетінің жетілдірілуі;

өскелең ұрпақтың мәдениеттану саласындағы жаңалықтармен таныстыру;

ұлттық мәдениеттің теориялық және әдістемелік мәселелері, философиялық өзекті мәселелерді біріктіретін пәнаралық талқылауға қатысып, шешім қабылдау жолдарын үйрену.

Жер бетіндегі түрлі ұлттың мақсаты – өз ұрпағының бойында адамдық қасиет, ұлттық рух пен мәдениеттің күш-қуатын қалыптастыру, ұлттың болмысын, оның өмір сүру тәсілі мен тәжірибесін, тәрбие ықпалының жолы мен бағытын кең түсіндіре білу. Ресейде жастардың бойындағы мәдени қасиеттердің дамуы жан-жақты қарастырылуда[2].Ендеше ұлттық құндылықтарымызды сақтау арқылы еліміздің білім беру саясатының ұлттық-рухани дамуына, білім жүйесінің жетілуіне, қоғамда өзіне лайық орын алатын білімді болашақ тәрбиелеуге, озық қоғам құруға қол жеткізуге болады. «Әрбір ұлттың баласы өз ұлтының арасында өз ұлты үшін қызмет қылатын болғандықтан, тәрбиеші баланы сол ұлт тәрбиесімен тәрбие қылуға міндетті»,- дейді М. Жұмабаев. Десекте, ұлттық тәрбие арқылы сол халықтың қаны мен жанын, рухани-мәдениетін бойына сіңіреді, елдің еңселілігінің, қоғамның сауаттылығының көрінетін тұсы – рухани-мәдениет деңгейімен өлшенеді. Бұл ғасырлар бойы өмір сүрген халықтың қалыптасқан болмысы, тұрмыс тіршілігінің көрінісі, сана-сезімінің алғы шарттары, сол арқылы сипатталған тарихи көрсеткіші. Мұндай маңызды рухани құндылықтарға қазақ халқы өз өмір сүрген заманында жіті көңіл бөлген. Осы рухани мәдени мұра деңгейінің өлшемдері – білім, адамгершілік, дәстүр, құқықтық норма, халық шығармашылығы, діни сенімдер, адамның сана-сезіміне, түйсігіне әсер ететін түрлі ақпараттар[3].Бұл жұмыста жастардың өздерінен мәдениетті қандай деңгейде бағалайтындығын анықтау мақсатында физика-техникалық факультетінің студенттері арасында сауалнама жүргізілді. Сауалнамада мәдениетті бағалау үшін келесі сұрақтар қойылды:

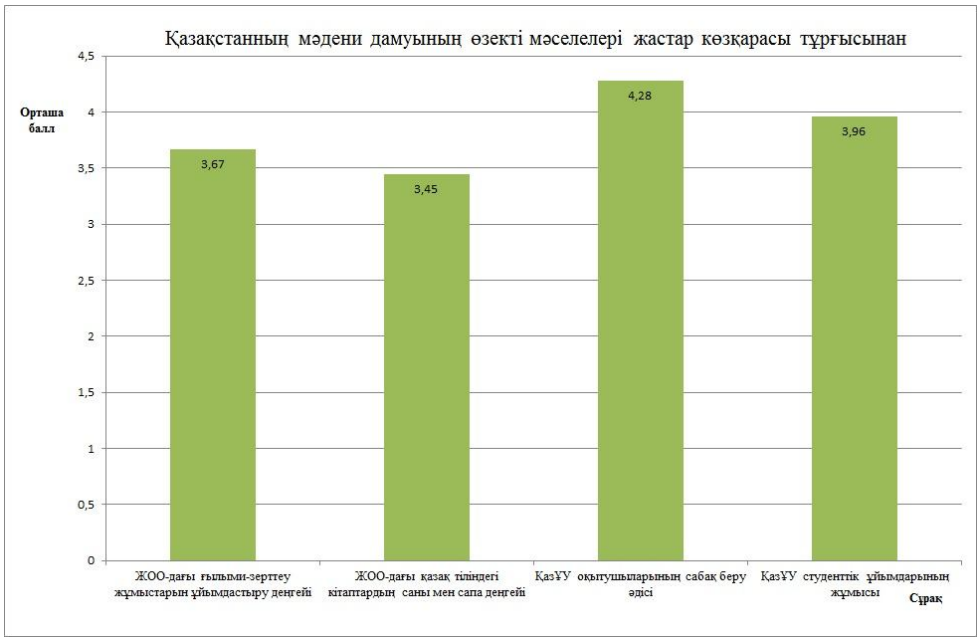
ЖОО-дағы ғылыми-зерттеу жұмыстарын ұйымдастыру деңгейін қалай бағалайсыз?

ҚазҰУ оқытушыларының сабақ беру әдісіне қандай баға қояр едіңіз?

ЖОО-дағы қазақ тіліндегі кітаптардың саны мен сапа деңгейіне қандай баға берер едіңіз?

ҚазҰУ студенттік ұйымдарының жұмысына қояр бағаңыз қандай?

Сауалнама нәтижесін алу үшін әр сұрақтың жауаптары бойынша орташа арифметикалық мәндері ескеріле отырып 2 суреттегі график алынды.



2-сурет. Студенттердің мәдениетті бағалауға арналған сұрақтарына берген жауаптарының нәтижелері

Нәтижеге көңіл бөлсек, ҚазҰУ студенттік ұйымдарының жұмысы және ҚазҰУ оқытушыларының сабақ беру әдісі студенттердің талаптарын қанағаттандырады деген шешімге келер едік. Ал, ЖОО-дағы ғылыми-зерттеу жұмыстарын ұйымдастыру деңгейі мен ЖОО-дағы қазақ тіліндегі кітаптардың саны мен сапа деңгейі студенттердің көңілдерінен шықпайтынын ескере отырып, осы іс-әрекеттерді жақсартуға бағытталған жұмыстар жасалуы керектігі байқалады.

Сауалнама бірнеше жыл қатарынан университеттің қабырғаларында білім нәрімен сусындаған, ойлары тұрақтанып өз еріктерімен шешім қабылдай алатынүшінші курс студенттеріне жүргізілді.

Келесі атап айтар мәселенің бірі мемлекетіміздегі жастардың саясаты. Бұл сұрақ төңірегінде де бірталай жұмыстар атқарылуда. Атап өтер болсақ, Заңда жастардың саясатқа араласуы толыққанды қарастырылған. Жақын арада «Пекин Палас» отелінде «Қазақстан Республикасында жастар саясаты проблемалары мен келешектегі дамуы» тақырыбындағы республикалық ғылыми-тәжірибелік конференция өтті. Аталмыш шараның әкелер пайдаларын былай көрсетер едік:

Қазақстан Республикасында мемлекеттік жастар саясатын іске асырудың өзекті проблемаларын талдауға студенттердің белсене қатысу мүмкіндігін тудыру;

Қазақстан Республикасында мемлекеттік жастар саясатын одан әрі тиімді іске асыру бойынша нақты тәжірибелік ұсыныстар әзірлеудің пайдалы сәті;

Жастардың зияткерлік мүмкіндігін дамыту және оларды ғылыми-зерттеу қызметіне тарту.

Жастар саясатын жақсартудың тиімді жолдарының бірі жастар және мемлекеттік әлеуметтік бағдарламалар, қазіргі заман жастарының өзекті проблемалары (өзіне өзі қол жұмсау, нашақорлық, алкоголизм, діни экстремизм және т.б.) мен даму беталысын тоқтату жұмыстары, Қазақстан Республикасындағы жастар саясаты мен жастар ұйымдарының проблемалары мен келешектегі дамуы.

Студенттердің жастарсаясатын қандай деңгейде бағалайтындығын анықтау мақсатында физика-техникалық факультетінің студенттері арасында жүргізілгінсауалнамада келесі сұрақтар қойылды:

Қазақстандағы жастардың патриотизм деңгейін бағалаңыз?

Жастар саясатының Қазақстандағы деңгейін бағалаңыз?

ҚазҰУ-дегі тегін Wi-Fi желісінің жылдамдық деңгейі қандай?

Қазақстандағы жемқорлық деңгейін бағалаңыз.

Кредиттік жүйе сізді қанағаттандыра ма?

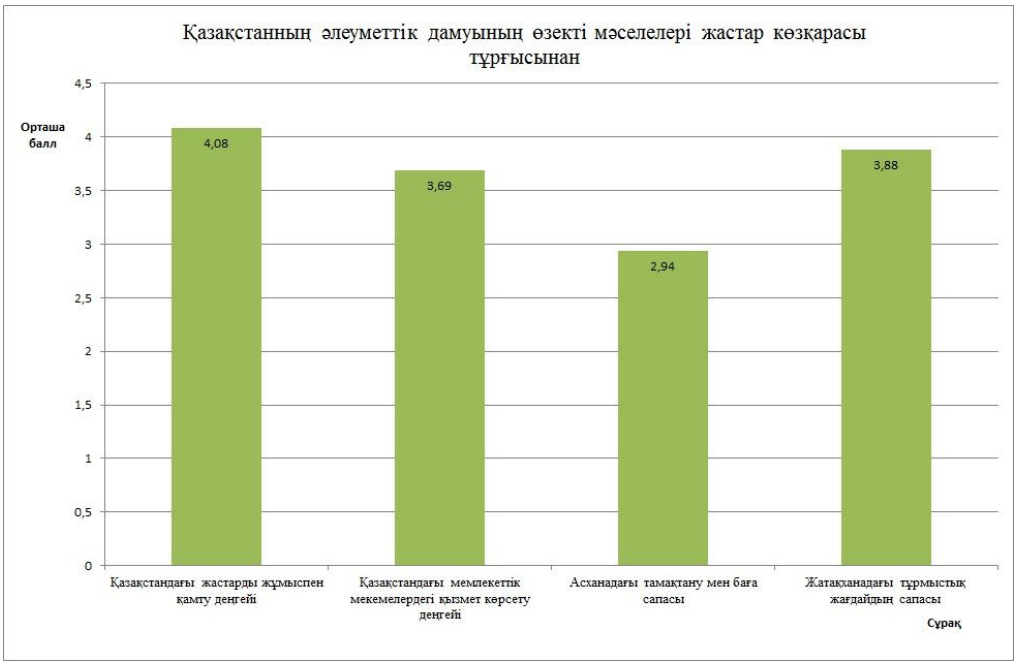
Сауалнама нәтижесін алу үшін әр сұрақтың жауаптары бойынша орташа арифметикалық мәндері ескеріле отырып 3 суреттегі график алынды.

3-сурет. Қазақстанның саяси дамуының өзекті мәселелерін физика-техникалық факультетінің студенттерінің бағалау нәтижелері

3 суретте көрсетілгендей Қазақстанның саяси дамуының өзекті мәселелеріне біздің тарапымыздан берілген сұрақтар нәтижелері жастардың мәдениетіне қатысты алынған нәтижелермен салыстырғанда, бес балдық жүйемен алғанда айтарлықтай төмен болып отыр.

Сауалнама нәтижесіндегі сұрақтар бойынша салыстыру жүргізсек студенттер ҚазҰУ-дегі тегін Wi-Fi желісінің жылдамдық деңгейін, Қазақстандағы жемқорлық деңгейіне, кредиттік жүйеге көзқарастары Қазақстандағы жастардың патриотизм деңгейіне және жастар саясатының Қазақстандағы деңгейіне қарағанда едәуір төмен баға беріп отыр.

Келесі маңызды деп шешкен мәселе – жастардың әлеуметтік жағдайы. Қазақ – этникалық-рухани жағынан мыңдаған жылдық дәстүр мәдениетінде, философиясы мен әдебиетінде, тарихи шежіресінде рухани-адамгершілік құндылықтарға ерекше мән берген халық. Қоғам дамуының заңдылықтары мен әдеп тағылымдарының өзі діни-имандылықшарттарданн бастау алады. Қай дін болмасын тұлғаның дұрыс қалыптасуына қажетті тәрбиелік, этикалық, мінез-құлықтық міндет-шарттарды қатаң реттеп отырған. Әсіресе ислам дінінде имандылық ұғымына сыйып кететін қайырымдылық, руханилық, әділеттілік, шындық, сенім, үлкенге деген сыйлы, кішіге деген қамқорлық көзқарастар сияқты құндылықтар ерекше айқындалып нормалық пішінге келтірілген. Адам баласының бойындағы тәрбие мен тәлім арқылы қалыптасатын мінез-құлықтардың ішінде, әсіресе, қайырымдылық пен зұлымдық мәселелері ерекше орынға ие [4, 5]. Адамның парасаттылық, имандылық, нәзіктік, ақылдылық, іскерлік, адамгершілік тәрбиесінің маңыздылығына аса құнды мұралар арнаған ғалымдар Ибн Сина, Әл-Фараби, сонау көне түркі жазуымен тасқа қашап жазған ескерткіш «Орхон-Енисей» жазуларынан бастап, түркі тілдес халықтардың бәріне өшпес мұра қалдырған Жүсіп Баласағұн, Махмұд Қашқари, Ахмет Иассауи, Ахмет Жүгінеки, Қыдырғали Жалайри, Мұхаммед Хайдар Дулати шығармаларының жас ұрпақ тәрбиесінде алатын орын ерекше. Қазақтың белгілі ағартушы-педагогтары Ш. Уәлиханов, Ы. Алтынсарин, А. Құнанбаев, Ш. Құдайбердіұлы, А. Байтұрсынұлы, Х. Досмұхамедұлы, М. Жұмабаев, Ж. Аймауытов, М. Дулатов және тағы басқа еңбктерінде ұрпақ тәрбиесіне, оның ішінде қыз бала тәрбиесіне аса көп көңіл бөлген [4, 6].



4-сурет. Қазақстандағы әлеуметтік дамудың өзекті мәселелерін жастардың бағалауының нәтижелері

ӘлеуметтікжұмысжүргізудіңтеориялықжәнеметодологиялықмәселелеріГуслякова Л.Г., Холостова Е.И., Зайнышев И.Г., Саппс М., Уэллс К., Фирсов М.В. жәнет.б. ғалымдареңбегіндеегжей-тегжейліқарастырылған. ОтандықғалымдарымызАитов Н.А., Джаманбалаева Ш.Е., Ешпанова Д. Д., Нысанбаев А. Н., Калибеков Д. жәнет.б. еңбектеріндеҚазақстанжастарыныңәлеуметтік-саясибейнесі, олардыңәлеуметтенужағдайы, жалпыпроблемаларықарастырылған.Әлеуметтік қызметтер жастардың тіршілік әрекетінде бәсең рөл атқармауы керек, керісінше жастармен өзара іс-әрекеттерді жандандыр-

руға, оның дамуына барлық жағынан ықпал етуге тиіс. Әлеуметтік қызметтерді жастардың қазіргі проблемалары бойынша ізденуге, зерттеуге және оларды шешуге бағыттау қажет.Жастарменәлеуметтікжұмысжүргізудіңтиімділігіжастарғаәлеуіметтікқызметбасшыларыменжергіліктіәкімшілікөкілдерініңөзаратүсіністікпенқатынасып, бірігеқолдаукөрсеткенкездемүмкінболады. Жастарқызметтерікөптегенмекемелерменөзарабайланысқатүседі. Бұлкөбінесебелгілі бір жобалардықаржыландыруғабайланысты. Әлеуметтікқызметтерменжастарбағдарламаларыөзінөзіқаржыландырумақсатындааукциондарөткізу, лотереяларойнату, телемарафондарұйымдастыружәнес.с. шараларғажиіжүгінеді. Жастарменәлеуметтікжұмысжүргізудіңосындайжүйелерібасқаелдерде де бар.

Әлеуметтік жағдай жақсарған жағдайда жастардың саясатқа да, мәдениетке де көңіл бөлер жағдайларыжасалынып, мүмкіндік туады.

Студенттердің Қазақстандағы әлеуметтік дамудың өзекті мәселелеріне жастардың бағалауын білу үшін келесі сұрақтар қойылды:

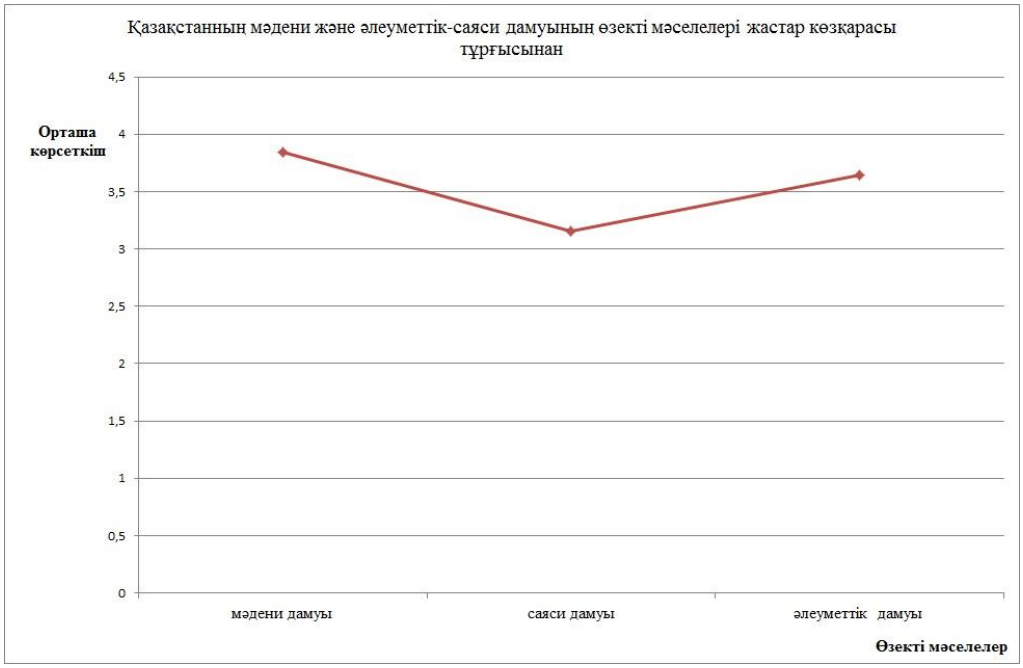
Қазақстандағы жастарды жұмыспен қамту деңгейіне берер бағаңыз қандай?

Қазақстандағы мемлекеттік мекемелердегі қызмет көрсету деңгейіне қандай баға бересіз?

Жатақханадағы тұрмыстық жағдайдың сапасына қандай баға бересіз?

Буфеттердегі тамақтану мен баға сапасына қояр бағаңыз қандай?

Қазақстандағы әлеуметтік дамудың өзекті мәселелеріне жастардың бағалауының нәтижелерінің орташа арифметикалық мәндері арқылы алынған график 4 суретте көрсетілген. Суретте көрсетілгендей студенттердің ең жоғары берген орташа арифметикалық бағасы Қазақстандағы жастарды жұмыспен қамту деңгейі сұрағына берген жауаптарының нәтижесі болып отыр. Қазақстандағы мемлекеттік мекемелердегі қызмет көрсету деңгейіне және жатақханадағы тұрмыстық жағдайдың сапасына берген бағаларының орташа арифметикалық мәндеріне қарағандабуфеттердегі тамақтану мен баға сапасына қойған бағаларының орташа арифметикалық мәні айтарлықтай төмен болып отыр. Студенттердің әлеуметтік жағдайын жақсартудағы ең маңызды мәселе де осы болып тур. Алынған нәтижені буфетте тамақ дайындаушы мамандарға көрсетіп, жағдайды жақсарту жұмыстарын жүргізуге ұсыныс жасалынды.



5-сурет. Қазақстанның мәдени және әлеуметтік-саяси дамуының өзекті міселелерін физика-техникалық факультеті студенттерінің бағалау нәтижелері

5-суретте үш топ бойынша алған сауалнама нәтижелерінің орташа арифметикалық мәндері бойынша салыстыру көрсетілген. Жастардың мәдени дамуын бағалауына қарағанда саяси және әлеуметтік мәселелеріне берген бағаларының төмендігі алдыңғы уақытта жоспар құра отырып осы мәселелерді шешуге әрекет ету керектігін көрсетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Бестужев-Лада И.В. Молодежь и зрелость. Размышления о некоторых социальных проблемах молодежи. М., 1984.

2. Боровик В.С. Социальные механизмы взаимодействия интересов и политической активности советской молодежи. Диссертация на соискание ученой степени доктора философских наук. М.,1990.

3. Шашаева Г.Қ., Бурамбаева М.Н. Жас ұрпақтың рухани мәдениетін қалыптастыру http://group-global.org/ru/publication/16178-zhas-urpaktyn-ruhani-mdenietin-kalyptastyru-negizderi#comments

4. Айтбаева А. //Адамгершілік-рухани тәрбиені іске асырудың бір жолы//Вестник КазНУ, серия «Педагогические науки». – 2011. - №1(32) С.21-25

5. Айтбаева А.Б. Адами құндылықтарды қалыптастырудағы діннің ролі. «Әлеуметтік және экономикалық дамудағы діннің ролі» халық. Ғылыми-практикалық конф. материалдары// Ғылыми-педаго-гикалық жинақ. –Алматы, 2009, 283-285 бб.

6. Блашенкова О.Н., Ковальчук А.С. Труд молодёжи: права и обязанности. Пособие для организаторов тренинговых занятий. - М.: АНО Штаб, 2001. – 104.

7. Джаманбалаева Ш.Е. Особенности социализации подрастающего поколения//Казахстанское общество и социология: новые реалии и новые идеи/сборник материалов 1 конгресса социологов Казахстана.- А: Қазақ Университеті, 2002. –с.297-307.

REFERENCES

1. Bestujev-Lada I.V.Molodej' i zrelost'. Razmyshlenya o nekotoryh social'nyh problemah molodeji.M., 1984.

2. Borovik V.S. Social'nye mehanizmy vzaimodeistvia interesov I polytycheskoi aktivnosti sovetskoi molodeji. Dissertacia na soiskanie uchenoi stepeni doktora phylosovskih nauk. M., 1990.

3. Shashaeva G.Q., Burambaeva M.N. Zhas urpaqtyn ruhani madenietin qalyptastyru http://group-global.org/ru/publication/16178-zhas-urpaktyn-rukhani-mdenietin-kalyptastyru-negizderi#comments

4. Aitpaeva A. // Adamgershilik-rukhani tarbyeni iske asyrudyn bir zholy// Vestnik KazNU, seria “Pedagogicheskie nauki”. – 2011. – №1(32) S.21-25.

5. Aitpaeva A.B. Adami qundylyktardy qalyptastyrudagy dinnin roli. “Aleumettik zhane economykalyk damudagy dinnin roli” halyk. Gylymi-praktykalyk konf. Materialdary// Gylymi-pedagogikalyk zhinak. –Almaty, 2009, 283-285bb.

6. Blanshekova O.N., Koval' A.S. Trud molodeji: prava i obyazannosti. Posobie dlya organizatorov treningovyh zanyatii. – M.: ANO Shtab, 2001. – 104.

7. Dzhamanbalaeva Sh.E. Osobennosti socializacii podrastayushego pokolenia// Kazakhstanskoe obshestvo I sociologya: novye realii I novie idei/ sbornik materialov 1 kongressa sociologov Kazakhstana.-A.:Kazakh Universiteti, 2002. –s.297-307.

Куйкабаева А.А., Турсынбаеа А.А., Данлыбаева А.К., Болысбекова Ш., Зульбухарова Э.М., Борибаева М.А., Бершимбаева Л.М.

Анализ результатов оценивания молодежью культурного, социального и политического уровней развития Қазахстана

Аннотация. В целях анализа культурного, социального и политического развития Казахстана, среди студентов нашего университета, обучающихся на третьем курсе и умеющих самостоятельно принимать решения, был проведен опрос. Полученные результаты показали, что молодые люди уровень политических и социальных проблем оценивают ниже, чем культурное развитие. Из этого следует, что в ближайшее время необходима разработка планов по решению этих проблем и улучшению по данному направлению

Ключевые слова: молодежная культура, социальное положение молодых людей, отношение молодежи к политическому развитию, студент, анкета, патриотизм, коррупция, занятость, условия жизни.

Kuyikabayeva A., Tursynbayeva A., Danylbayeva A., Bolysbekova Sh., Zulbukharova E., Boribayeva M., Bershimbayeva L.

Analysis of results evaluation of youth cultural, social and political level development of Kazakhstan

Abstract. For the purpose of estimating the cultural development of young people, political and social activities in Kazakhstan, a survey was conducted among third year students, who are students of our university for several years and know how to make their own decisions. Applying the results from the point of view of the young on the actual problems of sociological, political and cultural development of the processed data are presented in three directions. According to the arithmetic mean of the results, young people assess the political and social problems is lower than cultural development, which shows the need to develop plans to address these issues in the near future.

Key words: youth culture, social situation of young people, young people's attitudes to political development, student, patriotism, corruption, employment, living conditions.

Омарбаева Г.С.
(Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, Email serik.seif@rambler.ru)

РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Аннотация. Особенности процесса изучения языка, рассматриваемые в данной статье, основываются на психологических принципах, ведущим среди которых является мотивация, имеющая виды и особенности. Мотивация в учебном процессе формирует лингвопознавательные функции и определяет положительное отношение к изучаемому языку.

Ключевые слова: психологические принципы, мотивация, мотивированное обучение, особенности мотивации, современные технологии, компетенции, коммуникативность, структура занятия, проблема мотивации.

Обучение иностранному языку основывается на следующих позициях:

Общетеоретические вопросы методики преподавания иностранному языку (методы, приёмы).

Общедидактические основы изучения иностранного языка (принципы и правила дидактики).

Психологические основы иностранного языка (связь методики с психологией, этнопсихологией, психолингвистикой, психология личности и др.)

Основные психологические принципы преподавания иностранного языка:

- принцип доступности/посильности
- принцип мотивации
- принцип поэтапного формирования знаний, умений, навыков и др.

Следует отметить, что изучение иностранного языка в техническом вузе имеет свои преимущества. Так, по оценкам многих исследователей, в частности, И.Федорова, ректора МГТУ им. Баумана, считается, что высшее инженерное образование было и остаётся лучшим в мире, несмотря на его наукоёмкость. В связи с этим, в области преподавания иностранных языков разрабатывается новое направление - инженерная психология в техническом вузе, способствующая решению задач интеграции гуманитарного и технического знания, проводя психологический анализ ресурсов системы «человек – техника» и отмечая высокую мотивацию обучения при получении знаний.

Современный метод в неязыковых, технических вузах – проблемно-коммуникативный, в основе которого лежит ориентация на профессиональную компетенцию и коммуникацию, т.к. она является объективной социальной потребностью для многих инженеров.

Учебная деятельность в вузе – это процесс совместной деятельности, он должен осуществляться на условиях взаимодействия преподавателя и студента, успешность процесса и мотивированность не могут не зависеть от этих социально-психологических условий, очень важно, чтобы было наличие сильного мотива практически с обеих сторон. Мотивированность процесса обучения может быть представлена в виде следующей таблицы:

Таблица № 1

Мотивы преподавателя триединые: обучение, развитие, воспитание.	Мотивы обучаемого триединые: знания, умения, навыки.

Необходимо отметить, что в изучении иностранного языка выделяется общая мотивация, рассматриваемая по следующей схеме:

Общая мотивация - это мотив успеха.

В целом данный мотив должен стать главным и основным мотивом. Так же он обеспечивается с обеих сторон - преподаватель + студент. Отмечается всеобщее признание учёными, что это самый мощный стимул в процессе преподавания иностранных языков.

Ведущей мотивацией является потребность в достижении цели и профессиональном росте как непрерывном процессе.

Мотивация - традиционно определяется как побуждение, вызывающее активность и определяющее её направленность, она регулирует поведение и деятельность, оказывает влияние на профессиональное самоопределение, на удовлетворение своими результатами.

Мотивация – определяется как потребность и стимул, способ жизнедеятельности. Это стремление к достижению и реализации разных видов целей. Это могут быть глубинные интересы, стимулирующие волю, характер и активизирующие действия обучаемых.

Мотивация тождественна мотиву, имеет субъективные качества, а мотивы равнозначны эмотивам и субъективам, входящим в мир человека и определяются внутренними побуждениями. Отсюда и проблема: создание мотива = мотивации извне (со стороны). Конечно, мотивация оценивается поразному, в результате мотивацию нужно рассматривать комплексно.

Учебная мотивация определяется рядом факторов:

- особенности обучающихся (самооценка, уровень интеллектуального развития, особенности этноса)
- особенности преподавателя и его отношение к педагогической деятельности
- организация педагогического процесса
- специфика учебных предметов.

Сегодня очень важно и актуально представить грамотно и компетентно преподавателем предметно-понятийное (собственно профессиональное) содержание иноязычного обучения, которое вскрывает резервы опережающего обучения и вооружает студента новой профессиональной информацией, что ещё раз доказывает, что язык может быть средством приобретения новых профессиональных знаний. Необходима целенаправленная подготовка работы с инофонами в техническом вузе и обучение языку специальности является для них архиважным моментом.

На современном этапе изучения иностранных языков считается, что язык из специальности всё больше превращается в язык для специальности, потому что язык науки роднит всех специалистов, а научные достижения вызывают большой интерес независимо от национальности.

Мотивация разделяется на виды, так как она динамична и изменчива, подвержена объективным и субъективным факторам. Выделяется внутренняя и внешняя мотивация: где внутренняя связана с самим предметом – процессуальная, действие внешних мотивов всегда усиливают внутреннюю мотивацию; внешняя мотивация – престиж, статус, достижения, в целом представленная как просоциальность = общественная значимость.

Причём внутренняя мотивация соответствует коммуникативной мотивации, т.е. является непосредственным общением, и формирует лингвопознавательное отношение, определяемое как положительное отношение к языку. Поэтому необходимо особое внимание уделять внутренней мотивации, так как она обладает большей эффективностью и включает в себя положительные эмоции. Данный процесс создаётся при изучении языка, характеризующий мотивацию как положительную и имеет значение: изучать иностранный язык для того, чтобы получать «5» на экзаменах и отрицательную мотивацию, которая содержит смысл: учить язык только для того, чтобы не поставили «2».

При изучении мотивации ученые выделяют различные её виды. На следующем рисунке представлены виды мотивации и соответствующие ей компоненты.

Позитивная мотивация объясняет сильную позицию и мотивирует изучение языка, что подчеркивает важность его изучения, поскольку без языка человек не может существовать.

Негативная, т.е. слабая мотивация несет в себе антимотивацию и не способствует процессу изучения языкам.

Важным моментом является изучение мотивации с точки зрения психологии, которая рассматривает этот сложный механизм с позиции психологии развития интеллектуальных возможностей. Она основывается на следующих параметрах:

Мотивация связана с эмоциями, эмоции – это пусковой механизм для действия;

Мотивация должна быть обеспечена целями и задачами обеих сторон, включающих как преподавателя, так студента;

Мотивация имеет связь с ценностями и убеждениями;

Мотивация связана с личным, индивидуальным своеобразием и социальными ролями.

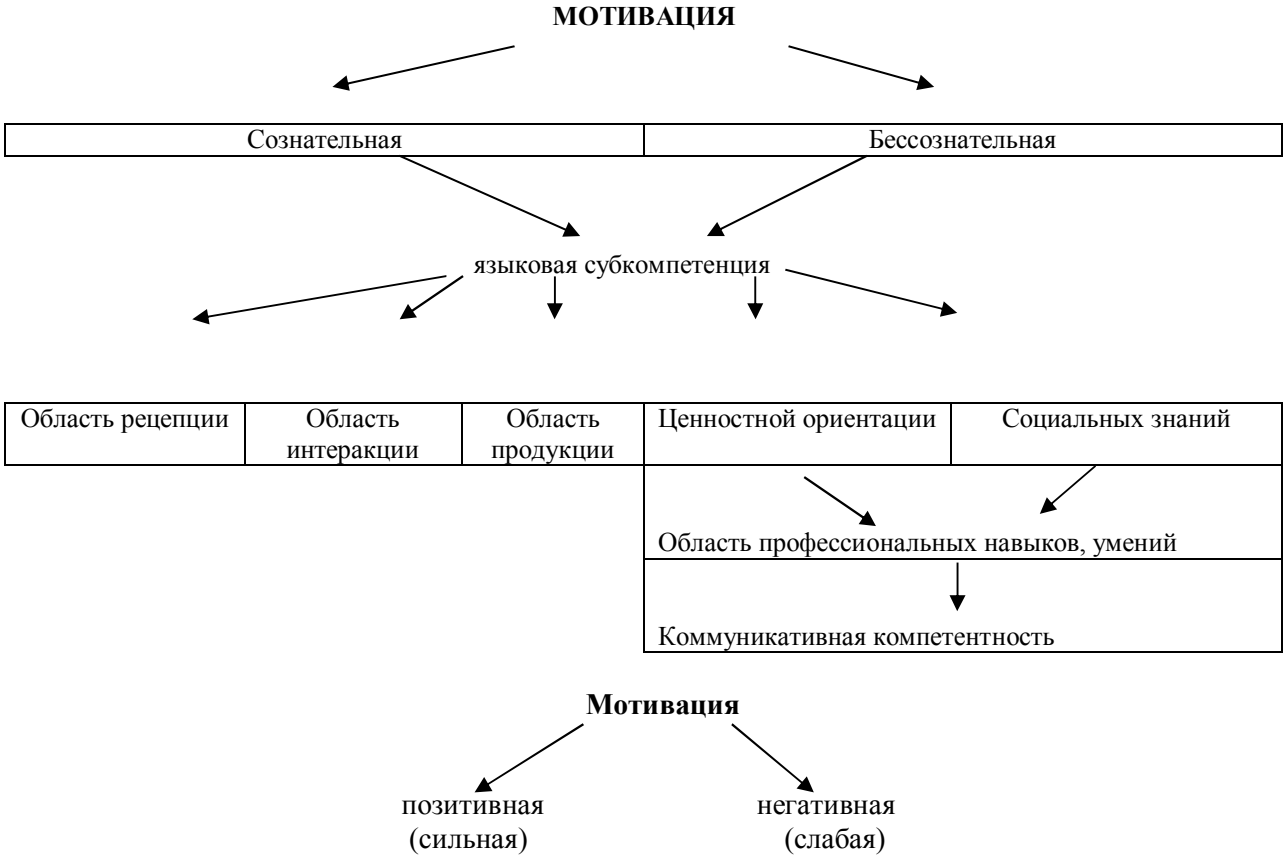


Рис.1.

Так, создание процесса мотивации достаточно сложная процедура. Но, когда присутствует «состояние потока», т.е. полное погружение в процессе обучения, возникает внутренняя мотивация, и она становится велика настолько, что теряется реальное чувство времени и пространства, а остаётся только интерес и желание работать и учиться, уверенность в необходимости и эффективности этой работы/учёбы.

Мотивация насыщается внутренней энергией, предваряющая активные действия учащихся. Эмоциональные реакции положительного характера влияют на устойчивый интерес к предмету и всей учебной деятельности, указывал А.А.Леонтьев.

Немотивированное обучение проводит к утомлению и безразличию, поэтому урок иностранного языка следует трактовать не как временной отрезок в 45 минут, а как цельную подтему, как фрагмент всего процесса, представленный для изучения.

Правильно распланированный учебный процесс позволяет структурировать темы и подтемы (каждая подтема = от 1 до 2-3 уроков).

Практически каждое занятие должно иметь правильно поставленную цель, основываться на положительных эмоциях, необходима атмосфера сотрудничества, а не давления, важен хороший контакт.

На личном примере преподаватель должен показать неподдельный интерес к своему предмету. Поддержка, одобрение, иногда похвала должны быть постоянным элементом урока. Мотивированно должно быть изучение всех программных моментов:

А) грамматика (правила, нормы)

Б) словарный запас (лексикон)

В) произношение

Следует отметить, что, конечно, нет идеального метода, но есть правильный подход и возможность вариации методов и способов мотивации.

Занятие по языку должно иметь четкую структуру и его этапы:

Организационный момент и этапы занятия:

этап мотивации или целеполагания
этап первичного восприятия и усвоения теоретического материала
этап первичного закрепления
этап итогов и встраивания материала в систему знаний
рефлексия и оценка (самооценка)

Ведущей мотивацией урока является потребность в достижении цели и профессиональном росте как непрерывном процессе.

Задания урока практически должны быть всегда: коммуникативного типа, развивающие критическое и логическое мышление, задания, формирующие предметные и общие умения всех видов 4РД+медиация (в современной трактовке).

Индивидуализация обучения – эффективный метод, приближение содержания обучения к студенту и его особенностям, стилю – это приводит к мотивированному участию в процессе изучения и более высоким результатам.

Дифференция обучения – это практическое применение индивидуализации, это способ разделять объём материала, время выполнения, выделять разные вопросы грамматики, способы подачи материала, задания различной трудности, степень участия в деятельности группы, степень достижения результатов и т.д.

Альтернативные задания – это результат дифференцированного подхода, они не помечаются знаками, они просто помогают студенту выбрать самостоятельно удобное задание, но таким образом студент принимает на себя ответственность за его выполнение. Преподаватель (зная уровень студента) может выбрать или предложить подходящее задание сам.

Графически структурированные задания помощники для технического вуза.

Составление семантических карт, сравнительных диаграмм, клоус-тестов, разных схем или рисунков; задания на рефлексию, использование прецедентных фактов, имён и др.

Данные виды заданий обладают мотивацией. Так, А.А. Реформатский главную трудность при обучении произношению видел не в «овладении чужим» языкам, а в «борьбе со своим» собственным - это очень важно на занятиях по иностранному языку, так как обучение правильному произношению строится на основе сознательно-имитационного метода. Эффективность усвоения звуковой формы языка зависит от сформированности слухопроизносительных навыков, фонематического слуха и интонационных навыков.

Интересным предложением для обучения студентов в техническом вузе является использование интеллектуальной карты. В основе этого метода лежит теория Т. Бьюзена (70-ые гг.XX века) «mind maps», это теория радиантного мышления. Аналогичные программы электронного учебника разработаны многими учеными и преподавателями. Данные технологии позволяют практически освоить и фонетический тренажер, и грамматику иностранного языка. Электронный учебник нового поколения: [cloud book.info| cloud-book.html] (облачная книга), является оболочкой для создания и разработки данного учебника и вполне применима в любом вузе. Современные технологии играют важную роль в поддержке мотивации при изучении иностранного языка.

Современные технологии играют важную роль в поддержке мотивации при изучении иностранного языка. Они являются и средством обучения, и вспомогательным аппаратом, обеспечивающим обработку разной информации. Технологии проблему мотивации могут разрешить двумя путями одновременно. В современных средствах уже заложена мотивация, так как они интересны и оживляют учебный процесс, а с другой стороны это та область, где обучающиеся могут применить свои знания, навыки и умения и совершенствовать их в дальнейшем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крупченко А. Профессиональная лингводидактика [Текст]/А. Крупченко//Высшее образование в России.-2006.-№5.-С. 158-160

2. Куприенко С.В. Реализация современных технологий в обучении русскому языку как иностранному [Текст]/С.В. Куприенко, О.Р. Семенова//Вестник Московского университета. Сер.22, Теория перевода. – 2013. -№4. – С.110-118

3. Масюк М.Р. Социокультурная адаптация и учебная мотивация в процессе обучения русскому языку как иностранному [Текст]/М.Р. Масюк, Е.Г. Суворова // Вестник Московского университета. Сер.22, Теория перевода. – 2013. -№4. – С.127-137

4.Тренажер по фонетике – www.self-education.ru / develop/ph_rus.

Омарбаева Г.С.

Техникалық бағытта білім беретін ЖОО – нда шетел тілдерін кәсіби бағытта дамытуы

Түйіндеме. Бұл мақалада тілді оқыту үрдісінің ерекшеліктері психологиялық қағидаларға негіз бола отырып өз ортасындағы ерекгшелігін, сонымен қатар оқыту үрдісінде мотивация лингвотанушылық функциялар калыптаса отырып, оның осы оқытылып отырған тілге оң көзқарас қалыптастырылуын қарастырады.

Тірек сөздер: психологиялық үрдіс, мотивация, мотивациялық оқу, мотивация екершелігі, заманауи технологиялар, компетенция, психологиялық қағидалар, себеп, мотивированное үйрену, ерекшеліктер, коммуникативтік, білім құрылымы, мотвация мәселелері.

Omarbayeva G.S.

Development of professional motivation during the foreign language studies in technical higher educational institutions

Summary. Features of the process of language learning, discussed in this article, are based on psychological principles, among which the leading one is a motivation with certain views and particularities. Motivation in the learning process generates linguistic and cognitive functions, and defines a positive attitude towards the learning language.

Key words: psychological principles, motivation, motivated learning, motivation features, modern technology, competences, communication, study lesson structure, the problem of motivation

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

Батырбаева А.А., Адырбайқызы Р., Шарипов К.О., Жакыпбекова С.С, Киргизбаева А.А.
ХАЛЫҚТЫҢ ДЕНСАУЛЫҒЫНА ГАЗ КОНДЕНСАТТЫ КЕН ОРНЫНЫҢ ӘСЕРІ 3
Сарсенова Г.О.
КЕЙБІР ТАУ-КЕН КОМПАНИЯЛАРЫНЫҢ ҚОЙМАЛАРЫН САПАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН АНЫҚТАУ..... 7
Сәрсенова Г.О.
ТЕХНОГЕНДІК МИНЕРАЛДЫҚ РЕСУРСТАРДЫ ПАЙДАЛАНУ ТӘЖІРИБЕСІ..... 10
Зайцев В. К.
СЫМСЫЗ СЕНСОРЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ҚОРШАҒАН ОРТАЛЫҚ МОНИТОРИНГІСІ..... 12
Бөрібай Э.С., Алтеева Н.К., Тлеуберлина О.Б.
АУЫР МЕТАЛДАРМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚ ПЕН СУ КӨЗДЕРІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ..... 16
Баудагулова Г.Б., Козлов В.А, Жунусов А.А., Аймбетова И.О., Курбаниязов С.К., Айменова Ж.Л.
БАЛАСАУСҚАНДЫҚ КЕНОРНЫНЫҢ ВАНАДИЙЛІ ҚАРА СЛАНЕЦТЕРІНІҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ..... 23
Айменова Ж.Л., Козлов В.А, Капралова В.И., Аймбетова И.О., Баудагулова Г.Б.
ҚҰРЫМСАҚ КЕНОРНЫНЫҢ КЕНДЕРІН ТІКЕЛЕЙ АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖӘНЕ АВТОКЛАВТЫҚ ШАЙМАЛАУ ҮРДІСТЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 29
Темірханова Р.Ғ.
УРАН КЕНОРЫНДАРЫН ЖЕР АСТЫ СІЛТІЛЕУ ӘДІСІМЕН ӨНДІРУ БАРЫСЫНДА ГЕОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІ АНЫҚТАУ ҮШІН ИНДУКЦИЯЛЫҚ КАРОТАЖ МӘЛІМЕТТЕРІН ПАЙДАЛАУДЫҢ ӨЗЕКТІЛІГІ..... 33
Кулагин В.В., Кульдеева Э.М.
ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫ ҚОРЛАРЫНЫҢ ЖАСАНДЫ ТОЛТЫРЫЛУЫНДА ПРОЦЕСТЕРДІҢ НАТУРЛЫ ЗЕРТТЕУЛЕРІ ҚҰРАМЫНДА АЛЛЮВИАЛДЫ-ПРОЛЮВИАЛДЫ ТҮЗІЛІМДЕРДІҢ СУЛЫ-ФИЗИКАЛЫҚ, ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ЖӘНЕ СҮЗІЛУЛІК ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 38

Техникалық ғылымдар

Дараев А. Шадхин Ю. Джулаева Ж.
ТҰЙЫҚТАЛҒАН ЖИІЛІКТІ ТҮРЛЕНДІРГІШ – АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС КОРРЕКЦИЯЛАУ ҚҰРЫЛҒЫСЫНЫҢ ЭЕМ КӨМЕГІМЕН ПАРАМЕТРЛІК СИНТЕЗІ..... 46
Ускенбаева Р.К., Темірболатова Т.Т., Касымова А.Б.
БҰЛТТЫҚ ЕСЕПТЕУДЕ MAPREDUCE ТЕХНОЛОГИЯСЫМЕН ҮЛКЕН ДЕРЕКТЕРДІ ӨҢДЕУ..... 50
Сугурова Л.А., Сулейменов А.Б., Джунисбеков М.Ш., Andrzej Antoni Kotyra
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫҢ КҮЙІН ЖЕДЕЛ ДИАГНОСТИКАЛАУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕЛЕРІН ҚҰРУ ӘДІСІ..... 54
Данлыбаева А.К., Еспембетова М.Б., Тұяқбаев А.А.
ЖҰҚА ҚАБЫҚШАЛЫ ЭЛЕМЕНТТЕР НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН КҮН ЭНЕРГЕТИКАСЫНЫҢ ДАМУЫ 63
Ахметов К.М., Акылбек Н.М., Алдияров Н.У., Маралов Д.Н., Туганалиев Б.М.
АСА ЖОҒАРҒЫ ВАКУУМДЫҚ ОРТАДА МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ТЕРМОӨҢДЕУ МҮМКІНШІЛІКТЕРІ 68
Синицкий С.Д., Исаков К.А.
МЕХАТРОНДЫ МОДУЛЬДЕР ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ТЕСТІЛЕУ, РОБОТ ЛОГИСТИКАЛЫҚ ҚОЙМА..... 72
Айтжанов Б.Қ., Оңқайбеков Ш.
МУЛЬТИМЕДИАЛЫҚ ҚОСЫМШАЛАРДЫҢ ҚҰРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ..... 75
Тұрым А.Ш., Сейлова Н.А., Оған А.
КОМПЬЮТЕРЛІК ЖЕЛІЛЕРДЕ ИНСАЙДЕРЛЕРДЕН ҚОРҒАНУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ..... 80
Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.
КӨЛІК ЖҮКТЕМЕСІ ӘРЕКЕТІНЕН ЕКІ ҚАБАТТЫ ҚАПТАМАСЫМЕН КҮШЕЙТІЛГЕН ТАЯЗ ОРНАЛАСҚАН ТОНЕЛЬДІҢ КЕРНЕУ-ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ КҮЙІН ЗЕРТТЕУІ..... 83
Кошимбаев Ш.К., Иманбекова У.Н.
МЫС КОНЦЕНТРАТТАРЫН ШИХТІЛЕУ МЕН ЭЛЕКТРБАЛҚЫТУ ҮРДІСІНІҢ СТАТИСТИКА-МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҒАЛАУ..... 92
Хабай А., Ануарова М.
ӨРМЕЛЕУШІ РОБОТ АЯҒЫНЫҢ ҚЫЗМЕТІН АТҚАРАТЫН ПЕДИПУЛЯТОР МЕХАНИЗМІНЕ ТАЛДАУ ЖАСАП ЖӘНЕ БАСҚАРУДЫ MATLAB ПЕН МОДЕЛДЕУ..... 99
Сазамбаева Б.Т., Кәдірақын Г.Р.
ҚҰБЫРЛЫ ТАСПАЛЫ КОНВЕЙЕРДІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 104

Балғабаева Л.Ш., КиселеваО.В.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ЖАҢАРТЫЛҒАН РЕСУРСТАР ЭНЕРГИЯСЫН ТИІМДІ ҚОЛДАНУДЫҢ КЕЛЕШЕГІ ЖӘНЕ ҚЫСҚАША ТАЛДАУ…… 107
Бектемысова Г.У., Артур Д. Байер, Едилхан Д., Мукажанов Н.К., Касымова А., Оразбеков С.
ҮЛКЕН КӨЛЕМДЕГІ МӘЛІМТТЕРДІ БАСҚАРУҒА АРНАЛҒАН АУҚЫМДЫ ШЕШІМДЕР..... 111
Ахметов Б., Тунгатарова М.С., Джомартов А.А.
ЛАТЕНТТІ ЖЫЛУ САҚТАҒЫШ ҮШІН ФАЗАСЫ АЛМАСАТЫН МАТЕРИАЛДЫ ТАҢДАУ..... 119
Байдар Н.Д., Альтаева Ж.Ж
КӨЛІК КОМПАНИЯЛАРЫНЫҢ ҚЫЗМЕТ ЕТУІНІҢ ҚАЗІРГІ КҮЙІН ТАЛДАУ..... 126
Мадыбекова Ж.З.
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-МӘСКЕУ БАҒЫТЫ БОЙЫНША ЖОҒАРЫ ЖЫЛДАМДЫҚТЫ ҚОЗҒАЛЫСТЫҢ КЕЗЕҢ-КЕЗЕҢМЕН ДАМУ НӘТИЖЕЛЕРІ..... 129
Ельцов А. Г.
ЭЛЕКТР АУДЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ МЕН ИГЕРУШІЛІК АНАЛИЗДЫҢ ЖӘНЕ БАСҚАРМАНЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНЫҢ..... 135
Калдырбаева А.М, Дарибаева Н.Г.
ҚҰМКӨЛ КЕН ОРНЫНДА ЖОҒАРЫ СУЛАНУ ЖАҒДАЙДА МҰНАЙ ӨНДІРУ ПРОЦЕССІН ИНТЕНСИФИКАЦИЯЛАУ…… 139
Абдуллин Х.А., Адилов Ш.Р., Грищенко Л.В., Гусейнов Н.Р., Исмайлов Д.В., Калкозова Ж.К., Кумеков С.Е., Мукаш Ж.О., Теруков Е.И.
MOCVD-МЕН СИНТЕЗДЕЛГЕН ZNO:B ЖҰҚА ПЛЁНКАЛАРЫНЫҢ ЭЛЕКТРЛІК ҚАСИЕТТЕРІНЕ ТЕРМИЯЛЫҚ ӨҢДЕУ ДІҢӘСЕРІ..... 142
Алимжанова Л.М., Кожанова А.М.
МҰНАЙЛЫ-ГАЗДЫ СЕКТОРЫНДАҒЫ ПОРТФЕЛЬДІ ИНВЕСТИЦИЯЛАУДЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ..... 147
Дмитриев А.Ю.
ҰЯЛЫ ҮЛГІЛЕРДІ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ПРОЦЕСТЕР МЕН CellML VMD ВИЗУАЛИЗАЦИЯ..... 152
Хамитов А. Н.
Smart City: «АҚЫЛДЫ ҚАЛА» САЛУ ҮШІН АКТ ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ҚАЛА МАРШРУТИЗАТОР АРҚЫЛЫ ЖОБАНЫ ПРАКТИКАЛЫҚ ІСКЕ АСЫРУ ҮЛГІСІ..... 155
Нұрахметов Б.Қ., Сартаев Қ.З., Мырзагельдиева Ж.М., Нуспеков Е.Л., Карипбаев С.Ж., Абеуова А.А.
ШАРЛЫ КИНЕМАТИКАЛЫҚ ЖҰПТЫ ПАРАЛЛЕЛЬ МАНИПУЛЯТОР ПОДШИПНИГІНІҢ КИНЕМАТИКАСЫ..... 162
Бектемирова А.Т.
ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФ СЕНСОР РЕТІНДЕ AAL СИСТЕМАНЫН ЖӘНЕ SAMSUNG GEAR, APPLE WATCH АҚЫЛДЫ САҒАТТАРДЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ..... 167
Нусупбекова Д.А., Дәулетбекұлы Ө.
ІЖҚ ЖАНУ КАМЕРАСЫНЫҢ ЭНЕРГО ТИІМДІЛІГІН ЖӘНЕ ҚОЗҒАЛТҚЫШ ЖАНАРМАЙЫН ҮНЕМДЕУДІ АРТТЫРУ..... 170
Утепов Е.Б., Буршукова Г.А., Смайлова Г.А., Карменов К.К., Исаханова А.Б., Нургалиев А.К., Абуова Р.Ж.
НАНОҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЖАБЫНДЫСЫ БАР ХРОММЕН ЛЕГІРЛЕНГЕН ДЕМПФЕРЛЕУШІ КӨМІРТЕКТІ БОЛАТТАРДЫ ЖАСАУ 175
Дюсембаев С.А., Приходько О.Ю., Алмасов Н.Ж., Толепов Ж.К., Гусейнов Н.Р., Коробова Н.Е.
ИОНДЫ ПЛАЗМАЛЫҚ ТОЗАҢДАТУ ӘДІСІМЕН АЛЫНҒАН $Ge_2Sb_2Te_5$ НАНОӨЛШЕМДІ ҚАБЫҚШАЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОНДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ..... 181
Мухамедиев Р., Хамитов А. Н.
МАРШРУТ ТАҢДАУ ОҢТАЙЛАНДЫРУ МӘСЕЛЕСІНЕ ГАЖ ПАЙДАЛАНУ ТАЛДАУ АЛМАТЫНЫҢ ҚОҒАМДЫҚ КӨЛІКТЕ..... 187
Бейбітхан Е.
ТЕХНИКАЛЫҚ ОБЬЕКТІЛЕРДЕ ДИАГНОЗТИКАНЫ ЖӘНЕ ИДЕНТИФИКАЦИЯНЫ ЖАСАУ ҮШІН ЖАСАНДЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІҢ МҮМКІНШІЛІКТЕРІ МЕН КЕДЕРГІЛЕРІ..... 193
Сақабекова Ш.Қ.
ӘР ТҮРЛІ ТҮС КЕҢІСТІГІНДЕГІ БЕЙНЕЛЕРДІҢ ТҮС КОРРЕКЦИЯСЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТҮРДЕ ТАЛДАУ..... 199
Маркабаева Д.Б., Апсеметов А.Т., Арыстанбаев Қ.Е.
ҰНТАҚТАУ ҮРДІСІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ ЖӘНЕ ҰНТАҚТАҒЫШ ЖҰМЫСЫ КЕМШІЛІГІН ЖОЮ ТӘСІЛДЕРДІҢ БІРІ 202
Жапарова А.Т., Бакланов А.Е., Квасов А.И.
ТӨМЕНГІ ВОЛЬТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЖАРЫҚТАНДЫРУ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНДА ҚОЛДАНЫП ТИІМДІЛІГІҢ АРТТЫРУ…….. 207
Сугурова Л.А.
ТПБАЖ ҚҰРАМЫНА ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫҢ ЖЕДЕЛ ДИАГНОСТИКАЛАУ КӨМЕКШІ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ КОНЦЕПЦИЯСЫ..... 213

Алтай Е.А., Куатканова Ж.Е., Усенбай Т. А., Кунесбеков А.
MATLAB КӨМЕГІМЕН ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛДАҒЫ ӨЗГЕРІСТЕРДІ ДЕТЕКТРЛЕУДЕ ӘСЕР ЕТУШІ АЛГОРИТМДЕРДІ ЗЕРТТЕУ 219
Алменов Т.М., Нурханов Н.Ш., Бектұр Б.Қ., Ермахан Е.Б.
БЕТОН БЕКІТПЕЛЕРІНІҢ ЖЕТІЛДІРІЛГЕН ЖАҢА ҚҰРАМДАРЫ 225
Кайполдаев О.Е., Гусейнов Н.Р., Байгаринова Г.А., Буранбаев М.Ж., Мурадов А.Д.
СТЕХИОМЕТРИЯ МАХ БАР МЕТАЛДАР ТЕҢ ТОЗАҢДАТУ ЖӘНЕ ҚАБАҚШАЛАР МҮМКІНДІГІ АЛЫНҒАН КӨМІРТЕГІ БАР ҚАБАҚШАЛАР 230
Нысанов Е.А., Құрақбаева С.Ж., Бесбаев Ғ.Ә., Ельбергенова Ғ.Ж., Нысанов Р.Е.
ТҮБІ ЖАРТЫЛАЙ ЭЛЛИПСОИДТЫ ЦИЛИНДРЛІК ФОРМАДАҒЫ СУ НЫСАНДАРЫНДА ЛАСТАНУДЫҢ ТАРАЛУЫН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ЕСЕПТЕУ 234
Утепов Е.Б., Утепов Т.Е., Буршукова Г.А., Алимбетова А.Ж.
ҚОРЫТПАЛАРДЫҢ АКУСТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ 241
Бисмильдина З.А.
ЖОБАСЫ ТИІМДІ ҰЯЛЫ ӨКПЕ ӘМБЕБАЛ ҚҰРЫЛЫМДАР КӨПМАҚСАТТЫ БЕЛГІЛЕУ СҰРАҚ ТОЛУЫНА 245
Найзабеков А.Б., Арбуз А.С.
КӨЛДЕНЕҢ-БҰРАМАЛЫ ИЛЕМДЕУДІҢ 40Х БОЛАТЫНЫҢ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫНА ӘСЕРІ 249
Машеков С.А., Нуртазаев А.Е., Нурахметова К.К.
МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, МЕТАЛЛДАРДЫ ӨҢДЕУДІҢ АРАЛАС ПРОЦЕСТЕРІНДЕ БЕЛГІЛІ ҚҰРЫЛЫМЫ БАР КОМПРЕССОРЛЫҚ ҚАЛАҚШАЛАР АЛУ… 256
Ахметов Б.С., Горбаченко В. И., Кузнецова О. Ю., Абдолдина Ф.Н.
СОЗЫЛМАЛЫ БҮЙРЕК ЖЕТКІЛІКСІЗДІГІ БАР НАУҚАСТАРДЫҢ МЕДИЦИНАЛЫҚ ОҚЫТАТЫН ДЕРЕКТЕРІНІҢ ӨЛШЕМДІЛІГІН ТӨМЕНДЕТУ ТӘСІЛДЕРІН ТАЛДАУ 264
Умбетбеков А.Т., Абдибаттаева М.М., Танабекова Г.Б., Аманкос Д.А.
ДӘНДІ ДАҚЫЛДАРДЫ КЕПТІРУДЕ КҮН ЭНЕРГИЯСЫН ПАЙДАЛАНУ 273
Бекман И.Н., Куйкабаева А.А., Данлыбаева А.К., Турсынбаева А.Е.
ТЕХНЕЦИЙ-99М НЕГІЗІНДЕГІ РАДИОФАРМ ДӘРІ-ДӘРМЕКТЕРДІ ҚОЛДАНУДАҒЫ ПОЗИТРОНДЫ-ЭЛЕКТРОНДЫ ТОМОГРАФИЯ ЖӘНЕ БІРФОТОНДЫ ЭМИССИОНДЫ КОМПЬЮТЕРЛІ ТОМОГРАФИЯ НӘТИЖЕЛЕРІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕУ 277
Кругликов А.П., Камалов М.К.
ГАЗ ҚҰБЫРЛАРЫНЫҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚОРҒАНЫСЫ ҮШІН АРНАЛҒАН ТҮРЛЕНДІРГІШ АГРЕГАТ 281
Сарсенбаев Х.А., Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А., Шегенова Г.К.
МҰНАЙДЫҢ ҚАТУ ТЕМПЕРАТУРАСЫНА АСФАЛЬТШАЙЫРЛЫ ШӨГІНДІ ЗАТТАРДЫҢ ӘСЕР ЕТУІН АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН КОЭФФИЦИЕНТТІ ЕСЕПТЕУ 284
Сарсенбаев Х.А., Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А., Шегенова Г.К.
МҰНАЙДЫҢ ҚАТУ ТЕМПЕРАТУРАСЫНА ДИЗЕЛЬДІК ФРАКЦИЯНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ 288
Бакланов А.Е., Титов Д.Н., Gyögök Gy, Григорьева С.В.
БАҒДАРЛАМАЛЫ АНАЛОКТЫ ИНТЕРГАЛДЫ СҰЛБАНЫҢ НЕГІЗІНДЕ СЕНІМДІ ЖҮЙЕНІ ЖОБАЛАУ 294
Баймахан А.Р., Қалимолдаев М.Н.
«НЕГІЗ-ІРГЕТАС-ҒИМАРАТ» КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫҢ БЕРІКТІГІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ШОЛУ 301
Д.А. Ертаев, Д.Т. Ыбырайымқұл, С.А. Малаев, А.М.Ускенбаева, С.Б.Мажитов
АЛЮМИНИЙ НЕГІЗІНДЕГІ НАНОКОМПОЗИТТІ МАТЕРИАЛДЫ АЛУ МҮМКІНДІКТЕРІ 306
Избасханов К.С., Жакселеков М.М., Ниязов А.А., Шалғымбаев С.Т., Ли Э.М.
«ШАЛКИЯ» КЕН ОРНЫ ПОЛИМЕТАЛДЫ ШИКІЗАТТЫ БАЙЫТУДЫҢ БІРЛЕСКЕН СЫЗБАСЫНА ЖАРТЫЛАЙ ӨНДІРІСТІК СЫНАҚТАР ЖҮРГІЗУ 311
Шәріпбаев А.Ә., Барлыбаев Ә.Б.
БІЛІМ БЕРУ ҚЫЗМЕТІНІҢ ЖАҢА ФОРМАСЫ РЕТІНДЕ СМАРТ БІЛІМ БЕРУ ӘДІСТЕМЕСІ 320
Павлова Т. А.
ТИЯНАҚТЫҢ ЕСЕБІНІҢ ӘДІСІНІҢ ШОЛУЫ КЕДЕРГІЛЕРДЕН ЖҮЙЕДЕ OFDM - MIMO: РАДИОСИГНАЛДЫҢ ӘДІСІНІҢ САПАСЫНЫҢ ҚОСЫМША КӨРСЕТКІШТЕРІ 326
Адмаева А.М., Диханбаева Ф.Т.,Смаилова Ж.Ж.
ШЫРЫН ӨНДІРІСІНДЕ БАҚША ДАҚЫЛДАРЫН ҚОЛДАНУ 332
Султаналиева Р.М.
О СПОСОБЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ КРЕПКИХ РУД 336
Кабулов А.Т., Кисыкова М.Е., Токпаев Р.Р., Атчабарова А.А., Митрофанова А.А., Булыбаев М., Кишибаев К.К., Тасибеков Х.С., Нечипуренко С.В., Ефремов С.А.
ШУНГИТ ЖЫНЫСТАРЫН БАЙЫТУ ӨНІМДЕРІ НЕГІЗІНДЕ ЖАҢА ҚҰРҒАҚ ҚҰРЫЛЫС ҚОСПАЛАРЫН АЛУ 342

Тулеуов А.М., Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б.
ЭПОКСИКСИЛИТАНДЫ КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫҢ МОДИФИКАЦИЯЛАУ ПРОЦЕССІН ЗЕРТТЕУ 350
Низамутдинов В.Н.
НАҚТЫ ЕМЕС ЛОГИКА ҚАҒИДАТТАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН КОНТУРЫН АНЫҚТАУ IMAGEJ ПЛАГИНДЫ ДАМЫТУ 354
Муканов М.А., Пірманова А.М., Бәкір Ж.Т.
ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАР КЕЗІНДЕГІ ІС-ӘРЕКЕТТІ ОҚЫТУДЫҢ ЛОГИСТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕСІ 359
Еренчинов Қ. Қ., Бәзіл Г. Д., Омаров Т.Ф.
БАЛАНСҚА КЕЛТІРІЛГЕН ЖҮЙЕСІН ҚҰРЫЛЫМДЫҚ МАТРИЦА ТҮРІНДЕ БЕЙНЕЛЕУ 363
Божанов Е.Т., Тулешова Г.А., Бажаев Н.А., Хайруллин Е.М.
ОСТІК КРИТИКАЛЫҚ N-КР КҮШІНІҢ ӘСЕРІНЕН АУЫР МҰНАЙ ҚОЗҒАСЫНЫНЫҢ ЖӘНЕ КӨЛДЕНЕҢ ҚИМАСЫНЫҢ ФОРМАСЫ ГРАДИРНИ ТҮРІНДЕ БОЛҒАНДАҒЫ АНАЛИТИКАЛЫҚ ЕСЕП МОДЕЛІ 372
Ускенбаева А.М., Ертаев Д.А., Ыбырайымқұл Д.Т., Малаев С.А.
ҮЙКЕЛІСКЕ ТӨЗІМДІ НАНОКОМПОЗИТТІ МАТЕРИАЛДЫ АЛУ 377
Асаубеков.М.Ә, Карибекова Г.С., Мусаева Н.Ж.
СӘУЛЕСЕЗГІШ ПОЛИЭТИЛЕННІҢ КРИСТАЛДАНУЫ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДАНУЫ 383
Күсебаев У.Қ., Жұмабаев А.Ә., Абилдабекова Д.Д.
ҚИСЫҚТАРДЫ АЛМАСТЫРУДАҒЫ ДӘЛДІКТЕР 386
Ерыгина Л.А., Сқақов М.К.
КОНСТРУКЦИЯЛЫ БОЛАТЫ ЭЛЕКТРОЛИТТІҢ ПЛАЗМАСЫМЕН НИТРОЦЕМЕНТТЕУ 391
Сапаров Қ.Т., Егинбаева А.Е.
САРЫАРҚАНЫҢ ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАРЫН АНЫҚТАУДАҒЫ ҚОЛДАНБАЛЫ ТОПОНИМИКАНЫҢ РӨЛІ 397
Сқақов М.К., Ерыгина Л.А., Батырбеков Э.Г.
34ХН1М БОЛАТЫНЫҢ БЕТТІК ҚАБАТТАРЫНЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫ-ФАЗАЛЫҚ КҮЙГЕ ЭЛЕКТРОЛИТТІ-ПЛАЗМАЛЫ АЗОТТАУДЫҢ ЫҚПАЛ РЕЖІМДЕРІ 403

Химия-металлургия ғылымдары

Токпаев Р.Р., Атчабарова А.А., Кабулов А.Т., Кишибаев К.К., Нечипуренко С.В., Ефремов С.А., Наурызбаев М.К.
ТАЗА СҮРМЕ АЛУ ПРОЦЕСІНЕ АРНАЛҒАН ШУНГИТ ТАСЫМАЛДАҒЫШТАРЫ НЕГІЗІНДЕГІ КӨМІРТЕК-ПАЛЛАДИЙЛІ КАТАЛИЗАТОРЛАР 412
Қазова Р.Ә., Мусина Ү.Ш., Джамалова Г.А., Сарсембин У.Қ.
ЖОҒАРЫ ТЕМПЕРАТУРАДА ҚАТТЫФАЗАЛЫҚ ШАРТТА ТҮЗІЛГЕН КҮРДЕЛІ ФОСФОСИЛИКАТТАРДЫ СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ 419
Рамазанова Р.А., Быков Р.А., Серая Н.В., Куленова Н.В., Ван Е.Ю.
«ШАЙМЕРДЕН» КЕНОРНЫНЫҢ ТОТЫҚҚАН МЫРЫШ КЕНІНІҢ ЗАТТЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ 423
Назарбек Ұ.Б., Бестереков Ү., Бейсенбаев О.Қ., Назарбекова С.П.
ТЫҢАЙТҚЫШТЫҚ САПАДАҒЫ ГУМИН ҚЫШҚЫЛЫ – ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ КЕШЕНДІ ЗЕРТТЕУЛЕР НӘТИЖЕЛЕРІ 431
Бейсенов Б.С., Бакиров И.Н., Тагауова Р.З.
ИРЕКТІ АВТОКЛАВТЫ ҚОЛДАНЫП СҮРМЕНІ КАТАЛИТИКАЛЫҚ ҚАЙТА ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ 436
Высоцкая А.В., Балакаева Г.Т., Панова Е.Н., Буленова К.Ж.
СТАТИКАЛЫК ЖАҒДАЙДАКЛИНОПТИЛОЛИТПЕН МОДИФИЦИРЛЕНГЕН МОДЕЛЬДІ ЕРІТІНДІЛЕРДЕН ^{90}SR БӨЛУДІҢ ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ 442
Шеримова Ж.О., Ягудеев Т.А.
ГЕТЕРОЦИКЛДІ АРИЛАРОМАТТЫ АЗОАЦЕТИЛЕНДІ СПИРТТЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ 445
Байқоңырова Ә.Ө., Усольцева Г.А., Қоңыратбекова С.С., Мұхитдинова Б.А.
АЛТЫН ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЯСЫНДА ПАДАЛАНУ ҮШІН, ТАБИҒИ СУЛАРДАН ИОНАЛМАСУ АРҚЫЛЫ ИОДТЫ БӨЛІП АЛУ 451
Ботабаев Н.Е., Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б.
АДСОРБЦИЯЛЫҚ ӘДІСТІ ФЕНОЛДЫ ҚАЛДЫҚ СУДЫ ТАЗАРТУ ПРОЦЕСІНДЕ ҚОЛДАНУДЫҢ ПЕРСПЕКТИВАСЫ 456
Исагалиев Х.Г., Минбаев Б.О., Джиембаев Б.Ж.
ТЕТРАГИДРОТИОПИРАН ҚАТАРЫНЫҢ ЖАҢА АМИНОФОСФОНАТТАРДЫ СИНТЕЗДЕУ 460
Өмірбай Р.С . Сатыбалдиева Н. К., Батесова Ф. Қ.
БЕНЗОЛДАН ЦИКЛОГЕКСАНДЫ АЛУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӨҢДЕУ 463

Кайполдаев О.Е., Нусейнов Н.Р, Уайгаринова М.Ж., Буранбаев А.Д., Мурадов
УГЛЕРОД СОДЕРЖАЩИЕ ПЛЕНКИ, ПОЛУЧЕННЫЕ СОРАСПЫЛЕНИЕМ МЕТАЛЛОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК С МАХ СТЕХИОМЕТРИЕЙ 468

Физика-математика ғылымдары

Сухенко А.С.
ӘР ТҮРЛІ АУЫТҚУЛАРҒА ОРНЫҚТЫ КІШІ ҒАРЫШ АППАРАТТАРЫНЫҢ БАҒДАРЛАУЫН БАҚЫЛАУДЫ ӘЗІРЛЕУ..... 473
Гиенко А.Д., Ипалакова М.Т., Дайнеко Е.А., Рахимжанова Н.К., Бектурганов М.Б.
АТВУДА МАШИНАСЫ ҮЛГІСІНДЕ ФИЗИКАЛЫҚ КРОССПЛАТФОРМАЛЫҚ ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАРДЫ ЖАСАҚТАУ 481
Дадаева А.Н.
ТЕРМОСЕРПІМДІЛІК СТАЦИОНАР ЕМЕС ШЕТКІ ЕСЕПТЕРІНДЕ ШЕКАРАЛЫҚ ИНТЕГРАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ӘДІСІ 486
Утемаганбетов З.С., Нигметова Г.Н., Урбисинова Б.Т.
ЕКІНШІ РЕТТІ СЫЗЫҚТЫҚ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ҮШІН БІРІНШІ ШЕКТІК ЕСЕПТЕРДІ САНДЫҚ ШЕШУДІҢ ШЕКТІК ШАРТТАРДЫ ЖЫЛЖЫТУ ӘДІСІ..... 493
Кушпанов М.С., Мустафина К.К., Дуаметұлы Б.
СУТЕКТІ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ЖУЫҚ МОДЕЛІ 501
Тусупова А.Е., Қойшыбаева Ж.Б.,Тусупов Д.М.
КВАДРАТТЫҚ НЕГІЗДЕГІ ИІНТРЕКТІ МЕХАНИЗМНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ СИНТЕЗІ..... 504
Бейсебай П.
ЕРІКТІ КОНВЕКЦИЯ ЕСЕПТЕРІНДЕГІ САНДЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР..... 510
Сапарова М.Р., Елгондина М.Б
ШЕҢБЕРЛІК ОРБИТАДАҒЫ ЖАСАНДЫ ЖЕР СЕРІГІНІҢ ТЕРБЕЛМЕЛІ ҚОЗҒАЛЫСЫ..... 517
Мухамедгали А., Досжан Н.С., Шабдан Е.
КІШІ ҒАРЫШ АППАРАТЫН ТЕРМО-ВАКУУМДЫ КАМЕРАДА СЫНАҚТАН ӨТКІЗУГЕ ШОЛУ..... 523
Ракишева З.Б., Калиева Н.Б.
B-DOT АЛГОРИТМІНІҢ ӘРТҮРЛІ МОДИФИКАЦИЯСЫНЫҢ ӘСЕРІНЕ ҚАЛДЫҚ МАГНИТТІК МОМЕНТТІҢ ӘСЕРІ..... 530
Кутыбаев М.У.
ҮЛКЕН ӘЛІППЕ ҮСТІНДЕГІ АХО-КОРАСИК АЛГОРИТМІ..... 536
Болысханова М.Ж., Черикбаева Л.Ш., Бурлибаев А.Ж., Темірбекова Ж. Е.
ВЕБ БАҒДАРЛАМАЛАУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН XML-де БАЙЛАНЫСЫТЫРУ 539
Турлыбекова А.Т., Кокажаева А.Б.
МАТЕМАТИКА САБАҚТАРЫНДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МАЗМҰНДАҒЫ ТЕКСТІЛІ ЕСЕПТЕРДІ ҚОЛДАНУ..... 543
Сейткулова Ж.Н., Тулешова Г.А., Муканова Ж.Е. , Жаксылык А.С., Кырыкбаева Н.К.
ЕКІ АЙНЫМАЛЫ ФУНКЦИЯСЫНЫҢ ЕҢ ҮЛКЕН ЖӘНЕ ЕҢ КІШІ МӘНДЕРІН ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ТАБУ 546
Бурлибаев А.Ж., Болысханова М.Ж., Черикбаева Л.Ш., Темирбекова Ж.Е.
ITSM ӘДІСІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ОҚУ-ЕСЕПТЕУ ОРТАЛЫҒЫНЫҢ БАСҚАРУ МОДЕЛІНІҢ ФУНКЦИОНАЛДЫ ДАМУЫ..... 550
Байжуманов М.Ж.
ЖОҒАРЫЭНЕРГИЯЛЫ ИОНДАРМЕН СӘУЛЕЛЕУДЕГІ LIF КРИСТАЛДАРЫНДАҒЫ БОЯЛУ ОРТАЛЫҚТАРЫ МЕН НАНОҚҰРЫЛЫМДАРДЫҢ ПАЙДА БОЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 556
Муқанова Б.Ғ., Мирғалиқызы Т.
ЖЕР БЕТІ БЕДЕРЛІ ОРТА ҮСТІНДЕ ЗОНДТАУДЫҢ ТУРА ЕСЕБІН ШЕШУГЕ АРНАЛҒАН ИНТЕГРАЛДЫҚ ТЕҢДЕУ..... 561

Экономикалық ғылымдар

Асылханова Н.
БИЗНЕС-ЖОБАНЫ ҚҰРАСТЫРУ ҰСТАНЫМДАРЫ..... 566
Топорков Д.В.
УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В КОМПАНИИ……... 573
Сатыбалды С.С
МАРКЕТИНГ ТЕОРИЯСЫ ЖӘНЕ ПРАКТИКАСЫНЫҢ КЕЙБІР МАҢЫЗДЫ АСПЕКТІЛЕРІ: МАРКЕТИНГ ЖҮЙЕСІ, ӨЗАРА ӘРЕКЕТТЕСУ, ШАРУАШЫЛЫҚ СУБЪЕКТІЛЕРДІҢ ТЫНЫС-ТІРШІЛІГІ..... 579

Қоғамдық ғылымдар

Нұрғалым К.С.
ИНЖЕНЕР ПЕДАГОГ МАГИСТРАНТТАРҒА ИНТЕРБЕЛСЕНДІ ӘДІСТЕРДІ МЕҢГЕРТУДІҢ МАҢЫЗЫ..... 586
Шаяхметова Н.К.
ИНЖЕНЕРДІҢ ТІЛДІК ТҮЛҒАСЫНЫҢ ЛИНГВОСИНЕРГЕТИКАЛЫҚ СИПАТЫ..... 591
Сатыбалдиев О.С.
МАТЕМАТИКАДАН МЕКТЕП ОҚУЛЫҒЫН ЗАМАНАУИ ТАЛАПТАР ТҰРҒЫСЫНАН ӘЗІРЛЕУДІҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ 595
Куйкабаева А.А., Турсынбаеа А.А., Данлыбаева А.К., Болысбекова Ш., Зульбухарова Э.М., Борибаева М.А., Бершимбаева Л.М.
ҚАЗАҚСТАННЫҢ МӘДЕНИ, ӘЛЕУМЕТТІК ЖӘНЕ САЯСИ ДАМУЫНЫҢ ДЕҢГЕЙІН ЖАСТАРДЫҢ БАҒАЛАУЫ НӘТИЖЕСІМЕН ТАЛДАУ..... 600
Омарбаева Г.С.
ТЕХНИКАЛЫҚ БАҒЫТТА БІЛІМ БЕРЕТІН ЖОО – НДА ШЕТЕЛ ТІЛДЕРІН КӘСІБИ БАҒЫТТА ДАМЫТУЫ..... 607

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

Батырбаева А.А., Адырбайқызы Р., Шарипов К.О., Жакыпбекова С.С., Киргизбаева А.А.
ВЛИЯНИЕ ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ..... 3
Сарсенова Г.О.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ГОРНО-ДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ …….. 7
Сарсенова Г.О.
ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ…… 10
Зайцев В.К.
МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ…….. 12
Борибай Э.С., Алтеева Н.К., Тлеуберлина О.Б.
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ..... 16
Баудагулова Г.Б., Козлов В.А., Жунусов А.А., Аймбетова И.О., Курбаниязов С.К., Айменова Ж.Л.
ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАЛАСАУСКАНДЫК…….. 23
Айменова Ж.Л., Козлов В.А, Капралова В.И., Аймбетова И.О., Баудагулова Г.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРЯМОГО АТМОСФЕРНОГО И АВТОКЛАВНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУРУМСАК…… 29
Темирханова Р.Г.
АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ИНДУКЦИОННОГО КАРОТАЖА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА МЕТОДОМ ПСВ…….. 33
Кулагин В.В., Кульдеева Э.М.
ИЗУЧЕНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ, ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АЛЛЮВИАЛЬНО-ПРОЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В СОСТАВЕ НАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ВОСПОЛНЕНИИ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД…… 38

Технические науки

Дараев А.М., Шадхин Ю.И., Джулаева Ж.Т.
ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНОГО КОРРЕКТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ НА ЭВМ 46
Ускенбаева Р.К., Темірболатова Т.Т., Касымова А.Б.
ОБРАБОТКА БОЛЬШИХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MAPREDUCE В ОБЛАЧНОЙ СРЕДЕ….. 50
Сугурова Л.А., Сулейменов А.Б., Джунисбеков М.Ш., Andrzej Antoni Kotyra
КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ…….. 54
Данлыбаева А.К., Еспембетова М.Б., Туякбаев А.А.
РАЗВИТИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОСНОВЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ..... 63
Ахметов К.М., Маралов Д.Н., Туганалиев Б.М.
О ВОЗМОЖНОСТИ ТЕРМООБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ В СВЕРХВЫСОКОВАКУУМНОЙ СРЕДЕ... 68
Синицкий С.Д., Исаков К.А.
РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ РОБОТА СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ.. 72
Айтчанов Б.Қ, Оңқайбеков Ш.
ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ 75
Турым А.Ш., Сейлова Н.А., Оган А.
ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОТ ИНСАЙДЕРОВ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ..... 80
Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ, ПОДКРЕПЛЕННОГО ДВУХСЛОЙНОЙ ОБДЕЛКОЙ ТОННЕЛЯ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ ПРИ ДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ…… 83
Кошимбаев Ш.К., Иманбекова У.Н.,
ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ СТАТИСТИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ ШИХТОВКИ И ЭЛЕКТРОПЛАВЛЕНИЯ МЕДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ..... 92
Хабай А. Әнәрова М.
МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ СКАЛОЛАЗАНИЯ НОГИ РОБОТА- ПЕДИПУЛЯТОР И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕГО УПРАВЛЕНИЯ НА MATLAB..... 99

Сазамбаева Б.Т., Кәдірақын Г.Р.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТРУБЧАТОГО ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА..... 104
Балгабаева Л.Ш., Киселева О.В.
ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН…….. 107
Бектемысова Г.У., Байер А.Д., Едилхан Д., Мукажанов Н.К., Касымова А., Оразбеков С.
МАСШТАБИРУЕМЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БОЛЬШИМ ОБЪЕМОМ ДАННЫХ……... 111
Ахметов Б., Тунгатарова М.С., Джомартов А.А.
ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ДЛЯ ЛАТЕНТНОГО ТЕПЛОВОГО АККУМУЛЯТОРА…….. 119
Альтаева Ж.Ж., Байдар Н.
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПАНИЙ…… 126
Мадыбекова Ж.З.
РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЭТАПНОГО РАЗВИТИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ – МОСКВА…….. 129
Ельцов А. Г.
ПОСТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ…… 135
Калдырбаева А.М., Дарибаева Н.Г.
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕДОБЫЧИ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ОБВОДНЕННОСТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КУМКОЛЬ…….. 139
Абдуллин Х.А., Адилов Ш.Р., Грищенко Л.В., Гусейнов Н.Р., Исмайлов Д.В., Калкозова Ж.К., Кумеков С.Е., Мукаш Ж.О., Теруков Е.И.
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЁНОК ZnO:B, СИНТЕЗИРОВАННЫХ MOCVD……. 142
Алимжанова Л.М., Кожанова А.М.
ПРОБЛЕМЫ ПОРТФЕЛЬНОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ОБЪЕКТЫ НЕФТЕГАЗОВОГО СЕКТОРА…... 147
Дмитриев А.Ю.
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КЛЕТОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CellML МОДЕЛИ И VMD….. 152
Хамитов А.Н.
SMART CITY: ПРИМЕНЕНИЕ ИКТ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ "УМНОГО ГОРОДА" И ПРИМЕР ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИЯ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТ CITY ROUTER…….. 155
Нурахметов Б.К., Сартаев К.З., Мырзагельдиева Ж.М., Нуспеков Е.Л., Карипбаев С.Ж., Абеуова А.А.
КИНЕМАТИКА ПОДШИПНИКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО МАНИПУЛЯТОРА С ШАРОВЫМИ УЗЛАМИ... 162
Бектемирова А.Т.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ AAL СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ СЕНСОРА ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФА С УМНЫМИ ЧАСАМИ ОТ SAMSUNG GEAR И APPLE WATCH…….. 167
Нусупбекова Д.А., Даулетбекулы О.
К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЖИГАНИЯ (РОЗЖИГА) КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ДВС И ЭКОНОМИИ МОТОРНОГО ТОПЛИВА…… 170
Утепов Е.Б., Буршукова Г.А., Смайлова Г.А., Карменов К.К., Исаханова А.Б., Нургалиев А.К., Абуова Р.Ж.
СОЗДАНИЕ ДЕМПФИРУЮЩИХ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ, ЛЕГИРОВАННЫХ ХРОМОМ С НАНОСТРУКТУРНЫМ ПОКРЫТИЕМ..... 175
Дюсембаев С.А., Приходько О.Ю., Алмасов Н.Ж., Толепов Ж.К., Гусейнов Н.Р., Коробова Н.Е.
СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА НАНОРАЗМЕРНЫХ ПЛЕНОК GE2SB2TE5, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИОННО ПЛАЗМЕННОГО РАСПЫЛЕНИЯ..... 181
Мухамедиев Р., Хамитов А. Н.
АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС В ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ ВЫБОРА МАРШРУТА В ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ АЛМАТЫ…….. 187
Бейбітхан Е.
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ…….. 193
Сакабекова Ш.К.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОРРЕКЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ЦВЕТОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ..... 199
Маркабаева Д.Б., Апсеметов А.Т., Арыстанбаев Қ.Е.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ НЕДОСТАТКА В РАБОТЕ ДРОБИЛКИ..... 202
Жапарова А.Т., Бакланов А.Е., Квасов А.И.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОВОЛЬТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ…….. 207

Сугурова Л.А.
КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ…….. 213
Алтай Е.А., Ж.Е. Куатканова, Т. А. Усенбай, А. Кунесбеков
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯЮЩИХ АЛГОРИТМОВ НА ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛ ПРИ ДЕТЕКТИРОВАНИИ АНОМАЛИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MATLAB…… 219
Алменов Т.М., Нурханов Н.Ш., Бектұр Б.Қ., Ермахан Е.Б.
РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНЫХ СОСТАВОВ БЕТОНА…… 225
Кайполдаев О.Е., Гусейнов Н.Р., Байгаринова Г.А., Буранбаев М.Ж., Мурадов А.Д.
УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ ПЛЕНКИ, ПОЛУЧЕННЫЕ СОРАСПЫЛЕНИЕМ МЕТАЛЛОВ, И ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК С МАХ СТЕХИОМЕТРИЕЙ……... 230
Нысанов Е.А., Куракбаева С.Д., Бесбаев Г.А., Ельбергенова Г.Ж., Нысанов Р.Е.
РАСЧЕТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ С УЧЕТОМ ПОЛУЭЛЛИПСОИДНОЙ ФОРМЫ ДНА…….. 234
Утепов Е.Б., Утепов Т.Е., Буршукова Г.А., Алимбетова А.Ж.
ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВОВ……. 241
Бисмильдина З.А.
К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ…… 245
Найзабеков А.Б., Арбуз А.С.
ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНО-ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ НА МИКРОСТРУКТУРУ СТАЛИ 40Х…….. 249
Машеков С.А., Нуртазаев А.Е., Нурахметова К.К.
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПРЕССОРНЫХ ЛОПАТОК С ЗАДАННОЙ СТРУКТУРОЙ В СОВМЕЩЕННЫХ ПРОЦЕССАХ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ…….. 256
Ахметов Б.С., Горбаченко В. И. , Кузнецова О. Ю. , Абдолдина Ф.Н.
АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОНИЖЕНИЯ РАЗМЕРНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ОБУЧАЮЩИХ ДАННЫХ БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКОЙ ПОЧЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ …… 264
Умбетбеков А.Т., Абдибаттаева М.М., Танабекова Г.Б., Аманкос Д.А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИЙ ПРИ СУШКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР…….. 273
Бекман И.Н., Куйкабаева А.А., Данлыбаева А.К., Турсынбаева А.Е.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОЗИТРОННО-ЭЛЕКТРОННОЙ ТОМОГРАФИИ И ОДНОФОТОННОЙ ЭМИССИОННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАДИОФАРМ-ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНЕЦИЙ-99М …….. 277
Кругликов А.П., Камалов М.
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ АГРЕГАТ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ГАЗОВЫХ ТРУБ….. 281
Сарсенбаев Х.А., Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А., Шегенова Г.К.
РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ АСФАЛЬТОСМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ТЕМПЕРАТУРУ ЗАСТЫВАНИЯ НЕФТИ..... 284
Сарсенбаев Х.А., Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А., Шегенова Г.К.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИЗЕЛЬНОЙ ФРАКЦИИ НА ТЕМПЕРАТУРУ ЗАСТЫВАНИЯ НЕФТИ. 288
Бакланов А.Е., Титов Д.Н., Györök Gy, Григорьева С.В.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ РОБАСТНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ АНАЛОГОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ……... 294
Баймахан А.Р., Калимолдаев М.Н.
ОБЗОР И АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ «ОСНОВАНИЕ-ФУНДАМЕНТ-ЗДАНИЕ»…….. 301
Ертаев Д.А., Ыбырайымқұл Д.Т., Малаев С.А., Ускенбаева А.М., Мажитов С.Б.
ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОКОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ 306
Избасханов К.С., Жакселеков М.М., Ниязов А.А., Шалгымбаев С.Т., Ли Э.М.
ПОЛУПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ КОЛЛЕКТИВНОЙ СХЕМЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ШАЛКИЯ»…… 311
Шарипбаев А.А., Барлыбаев А.Б.
МЕТОДОЛОГИЯ СМАРТ-ОБРАЗОВАНИЯ КАК НОВАЯ ФОРМА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ УСЛУГИ….. 320
Павлова Т. А.
ОБЗОР МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ В СИСТЕМЕ OFDM-MIMO: ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРИЕМА РАДИОСИГНАЛА……... 326
Адмаева А.М., Диханбаева Ф.Т., Смаилова Ж.Ж.
БАХЧЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ СОКОВ…… 332
Султаналиева Р.М.
О СПОСОБЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ КРЕПКИХ РУД 336

Кабулов А.Т., Кисыкова М.Е., Токпаев Р.Р., Атчабарова А.А., Митрофанова А.А., Булыбаев М., Кишибаев К.К., Тасибеков Х.С., Нечипуренко С.В., Ефремов С.А.
ШУНГИТ ЖЫНЫСТАРЫН БАЙЫТУ ӨНІМДЕРІ НЕГІЗІНДЕ ЖАҢА ҚҰРҒАҚ ҚҰРЫЛЫС ҚОСПАЛАРЫН АЛУ..... 342
Тулеуов А.М., Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МОДИФИКАЦИИ ЭПОКСИКСИЛИТАНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ…….. 350
Низамутдинов В.Н.
РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ ДЛЯ IMAGEJ, БАЗИРУЮЩЕГОСЯ НА ПРИНЦИПАХ НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ…….. 354
Муканов М.А., Пірманова А.М., Бэкір Ж.Т.
ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ДЕЙСТВИЯМ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ…… 359
Еренчинов К. К., Базил Г. Д., Омаров Т.Ф.
СИСТЕМА СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В СТРУКТУРНО-МАТРИЧНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ……. 363
Божанов Е.Т., Тулешева Г.А., Бажаев Н.А., Хайруллин Е.М.
АНАЛИТИКО-РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОСЕВОЙ КРИТИЧЕСКОЙ СИЛЫ N-КР, КОГДА ФОРМА ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ТИПА ГРАДИРНИ…… 372
Ускенбаева А.М., Ертаев Д.А., Ыбырайымқұл Д.Т., Малаев С.А.
ПОЛУЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ..... 377
Асаубеков М.А., Карибекова Г.С., Мусаева Н.Ж.
КРИСТАЛИЗАЦИЯ И СТРУКТУРИРОВАНИЕ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА……. 383
Кусебаев У.К., Джумабаев А.А., Абилдабекова Д.Д.
ТОЧНОСТИ ПРИ ЗАМЕНЕ КРИВЫХ…….. 386
Ерыгина Л.А., Скаков М.К.
НИТРОЦЕМЕНТАЦИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ЭЛЕКТРОЛИТНОЙ ПЛАЗМОЙ…… 391
Сапаров К.Т., Егинбаева А.Е.
РОЛЬ ПРИКЛАДНОЙ ТОПОНИМИКИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ САРЫАРКИ 397
Скаков М.К., Ерыгина Л.А., Батырбеков Э.Г.
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО АЗОТИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СТАЛИ 34ХН1М…… 403

Химико-металлургические науки

Токпаев Р.Р., Атчабарова А.А., Кабулов А.Т., Кишибаев К.К., Нечипуренко С.В., Ефремов С.А., Наурызбаев М.К.
УГЛЕРОД-ПАЛЛАДИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА ШУНГИТОВЫХ НОСИТЕЛЯХ ДЛЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЧИСТОЙ СУРЬМЫ …….. 412
Казова Р.А., Мусина У.Ш., Джамалова Г.А., Сарсембин У.К.
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ТВЕРДОФАЗНЫЙ СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИЛИКОФОСФАТОВ……... 419
Рамазанова Р.А., Быков Р.А., Серая Н.В., Куленова Н.В., Ван Е.Ю.
ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ОКИСЛЕННОЙ ЦИНКОВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ШАЙМЕРДЕН» …….. 423
Назарбек У.Б., Бестереков У., Бейсенбаев О.К., Назарбекова С.П.
ГУМИНОВАЯ КИСЛОТА УДОБРИТЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА - ТЕХНОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ…… 431
Бейсенов Б.С., Бакиров И.Н., Тагаува Р.З.
КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ СУРЬМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗМЕЕВИКОВЫХ АВТОКЛАВОВ……... 436
Высоцкая А.В., Балакаева Г.Т., Панова Е.Н., Буленова К.Ж.
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ^{90}SR ИЗ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ МОДИФИЦИРОВАННЫМ КЛИНОПТИЛОЛИТОМ В СТАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ…….. 442
Шеримова Ж.О., Ягудеев Т.А.
ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ АРИЛАРОМАТИЧЕСКИЕ АЗОАЦЕТИЛЕНОВЫЕ СПИРТЫ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ……. 445
Байконурова А.О., Усольцева Г.А., Коныратбекова С.С., Мухитдинова Б.А.
ИОНООБМЕННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОДА ИЗ ПРИРОДНЫХ ВОД ДЛЯ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ГИДРОМЕТАЛЛУРГИИ ЗОЛОТА……... 451
Ботабаев Н.Е., Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б.
ПЕРСПЕКТИВЫ МЕТОДА АДСОРБЦИИ В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ ФЕНОЛСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД…….. 456

Исагалиев Х.Г., Минбаев Б.О., Джиембаев Б.Ж.
СИНТЕЗ НОВЫХ АМИНОФОСФОНАТОВ ТЕТРАГИДРОТИОПИРАНОВОГО РЯДА…….. 460
Өмірбай Р.С., Сатыбалдиева Н. К., Батесова Ф.Қ.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИКЛОГЕКСАНА ИЗ БЕНЗОЛА…… 463
Кайполдаев О.Е., Нусейнов Н.Р, Уайгаринова М.Ж., Буранбаев А.Д., Мурадов
УГЛЕРОД СОДЕРЖАЩИЕ ПЛЕНКИ, ПОЛУЧЕННЫЕ СОРАСПЫЛЕНИЕМ МЕТАЛЛОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК С МАХ СТЕХИОМЕТРИЕЙ 468

Физико-математические науки

Сухенко А.С.
РАЗРАБОТКА УПРАВЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИЕЙ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, УСТОЙЧИВОго К РАЗЛИЧНЫМ ВОЗМУЩЕНИЯМ…… 473
Гиенко А.Д., Ипалакова М.Т., Дайнеко Е.А., Рахимжанова Н.К., Бектурганов М.Б.
РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ НА ПРИМЕРЕ МАШИНЫ АТВУДА…… 481
Дадаева А.Н.
МЕТОД ГРАНИЧНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В НЕСТАЦИОНАРНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧАХ ТЕРМОУПРУГОСТИ …… 486
Утемаганбетов З.С., Нигметова Г.Н., Урбисинова Б.Т.
МЕТОД ПЕРЕНОСА КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ 1-Й КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА…….. 493
Кушпанов М.С., Мустафина К.К., Дуаметұлы Б.
ПРИБЛЕЖЕННАЯ МОДЕЛЬ ВОДОРОДОПОДОБНЫХ СИСТЕМ..... 501
Тусупова А.Е., Койшыбаева Ж.Б., Тусупов Д.М.
ДИНАМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА НА ОСНОВЕ КВАДРАТИЧЕСКОГО…….. 504
Бейсебай П.Б.
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ СВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ……. 510
Сапарова М.Р., Елгондина М.Б.
КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ СПУТНИКА НА КРУГОВОЙ ОРБИТЕ……. 517
Мухамедгали А., Досжан Н.С., Шабдан Е.
ОБЗОР ИСПЫТАНИЙ В ТЕРМО-ВАКУУМНОЙ КАМЕРЕ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА 523
Ракишева З.Б., Калиева Н.Б.
ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНОГО МАГНИТНОГО МОМЕНТА НА ДЕЙСТВИЕ РАЗЛИЧНЫХ МОДИФИКАЦИЙ АЛГОРИТМА B-DOT……... 530
Кутыбаев М.У.
АЛГОРИТМ АХО-КОРАСИК НАД БОЛЬШИМ АЛФАВИТОМ…… 536
Болысханова М.Ж., Черикбаева Л.Ш., Бурлибаев А.Ж., Темірбекова Ж. Е.
СВЯЗАТЬ РАЗНЫЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВЕБ ПРОГРАММИРОВАНИЕ В XML-E…….. 539
Турлыбекова А.Т., Кокажаева А.Б.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕКСТОВЫХ ЗАДАЧ С ЭКОЛОГИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ..... 543
Сейткулова Ж.Н., Тулешева Г.А., Муканова Ж.Е., Жаксылык А.С., Кырыкбаева Н.К.
ПОИСК НАИБОЛЬШЕГО И НАИМЕНЬШЕГО ЗНАЧЕНИЯ ФУНКЦИИ ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ..... 546
Бурлибаев А.Ж., Болысханова М.Ж., Черикбаева Л.Ш., Темирбекова Ж.Е.
РАЗВИТИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОЛОГИЕЙ ITSM…….. 550
Байжуманов М.Ж.
ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ И НАНОСТРУКТУР В КРИСТАЛЛАХ LIF ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ИОНАМИ…….. 556
Муканова Б.Г., Миргаликызы Т.
ИНТЕГРАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ ЗОНДИРОВАНИЯ НАД СРЕДОЙ С РЕЛЬЕФОМ ДНЕВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ……. 561

Экономические науки

Асылханова Н.
ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ БИЗНЕС – ПРОЕКТОВ..... 566
Топорков Д.В.
УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В КОМПАНИИ……..... 573
Сатыбалды С.С.
НЕКОТОРЫЕ ВАЖНЫЕ АСПЕКТЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ МАРКЕТИНГА: СИСТЕМА МАРКЕТИНГА, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ 579

Общественные науки

Нургалым К.С.
СОВРЕМЕННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МАГИСТРАНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА……. 586
Шаяхметова Н.К.
ЛИНГВОСИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЯЗЫКОВОЙ ЛИЧНОСТИ ИНЖЕНЕРА……... 591
Сатыбалдиев О.С.
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ШКОЛЬНОГО УЧЕБНИКА ПО МАТЕМАТИКЕ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ……. 595
Куйкабаева А.А., Турсынбаеа А.А., Данлыбаева А.К., Болысбекова Ш., Зульбухарова Э.М., Борибаева М.А., Бершимбаева Л.М.
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНИВАНИЯ МОЛОДЕЖЬЮ КУЛЬТУРНОГО, СОЦИАЛЬНОГО И ПОЛИТИЧЕСКОГО УРОВНЕЙ РАЗВИТИЯ ҚАЗАХСТАНА……... 600
Омарбаева Г.С.
РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ…….. 607

CONTENTS

Earth sciences

Batyrbayeva A.A., Adyrbaykyzy R., Sharipov K.O., Zhakypbekova S.S., Kirgizbayeva A.A.
INFLUENCE OF GAS CONDENSAT FIELDON HEALTH OF POPULATION…….. 3
G.Sarsenova
DETERMINATION OF THE QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF TAILINGS SOME MINING COMPANIES……. 7
G.Sarsenova
PRACTICE OF THE USAGE OF TECHNOGENEOUS MINERAL RESOURCES 10
Zaitsev V.K.
MONITORING OF ENVIRONMENT WITH USING WIRELESS SENSOR NETWORKS…….. 12
Boribay E.S., Alteeva N.K., Tleuberlina O.B.
EVALUATION OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE CONTAMINATION OF SOIL AND WATER RESOURCES BY HEAVY METALS……... 16
Baudagulova G.B., Kozlov V.A., Zhunusov A.A., Aymbetova I.O., Kurbaniyazov S.K.. Aimenova Zh.L.
GEOLOGO-MINERALOGICAL CHARACTERISTICS OF VANADIUM BLACK SHALE DEPOSITS BALASAUSKANDYK……. 23
Aimenova Zh.L., Kozlov V.A., Kapralova V.I., Aymbetova I.O., Baudagulova G.B.
DEVELOPMENT OF PROCESS PARAMETERS DIRECT ATMOSPHERIC AND PRESSURE LEACHING DEPOSIT ORE KURUMSAK……. 29
Temirkhanov R.G.
THE RELEVANCE OF USING INDUCTION LOGGING DATA FOR DETERMINING GEOTECHNICAL PARAMETERS BY THE MINING OF URANIUM ISL..... 33
Kulagin V.V., Kuldeyeva E.M.
WATER-PHYSICAL, HYDRODYNAMIC AND FILTRATION PROPERTIES OF ALLUVIAL-PROLLUVIAL SEDIMENTS STUDY AS A PART OF FIELD STUDIES AT ARTIFICIAL GROUNDWATER REPLENISHMENT……... 38

Technical sciences

Darayev A. Shadhin U. Dzhulayev Zh.
PARAMETRICAL SYNTHES OF THR NONLINEAR CORRECTING DEVICE OF THE CLOSED SYSTEM THE FREQUENCY CONVERTER THE ASYNCHRONUS ENGINE ON THE COMPUTER…… 46
Uskenbayeva R.K., Temirbolatova T.T., Kassymova A.B.
PROCESSING OF BIG DATA USING MAPREDUCE AND CLOUD COMPUTING……. 50
Sugurova L., Suleymenov A.B.. Dzhunisbekov M.SH, Andrzej Antoni Kotyra
CONCEPT OF CREATING AN INTELLIGENT SYSTEM FOR CONTROL AND OPERATIONAL DIAGNOSTICS OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT CONDITION……. 54
Danlybaeva A.K., Yespembetova M.B., Tuyakbaev A.A.
SOLAR ENERGY DEVELOPMENT ON THE BASIS OF THIN-FILM ELEMENT……. 63
Akhmetov K.M., Akylbek N.M., Aldiyarov N.U., Tuganaliyev B.M., Maralov D.N.
THE POSSIBILITY OF HEAT TREATMENT OF MATERIALS IN ULTRAHIGH VACUUM ENVIRONMENT……... 68
Sinitskiy S.D., Isakov K.A.
DEVELOPMENT AND TESTING OF MECHATRONIC MODULES, ROBOT LOGISTICS WAREHOUSE 72
Aytchanov B.K., Onkaibekov Sh.
TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA APPLICATIONS..... 75
Turym A.Sh., Seilova N.A., Ogan A.
PROTECTION TECHNOLOGY INSIDERS IN COMPUTER NETWORKS……. 80
Ukrainets V.N., Otarbaev Zh.O., Girnis S.R.
INFLUENCE OF TENSE-DEFORMED CONDITION OF TWO-LAYER TUNNEL LINING OF A SMALL EMBEDDING AT ACTION OF TRANSPORT LOAD…… 83
Koshimbayev Sh.K., Imanbekova U.N.
ESTIMATION OF PARAMETERS OF STATISTICAL AND MATHEMATICAL MODELS OF PROCESSES OF BLENDING AND ELECTROPLATE COPPER CONCENTRATES……... 92
Habay A Anuarova M
A MECHANISM FOR CLIMBING ROBOT-FOOT PEDIPULYATOR AND MODELING ITS MANAGEMENT MATLAB..... 99
Sazambaeva B.T., Kadirakyn G.R.
INVESTIGATION OF THE PARAMETERS OF THE TUBULAR BELT CONVEYOR…….. 104

Balgabaeva L.S., Kisseleva O.V.
A BRIEF ANALYSIS OF THE STATUS AND PROSPECTS OF THE EFFICIENT USE OF ENERGY FROM RENEWABLE RESOURCES IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN……... 107
Bektemysova G.U., Artur D. Beyer, Edilhan D., Mukazhanov N.K., Kasymov A., Orazbekov S.
SCALABLE SOLUTION FOR MANAGING LARGE VOLUMES OF DATA..... 111
Akhmetov B., Tungatarova M.S., Dzhomartov A.A.
THE CHOICE OF PHASE CHANGE MATERIALS FOR LATENT HEAT STORAGE…….. 119
Baidar N.D
ANALYSIS OF CURRENT STATE OF THE TRANSPORT ENTERPRISES……... 126
Madybekova Zhannat Zatybekkyzy
THE RESULTS OF THE PHASE OF HIGH-SPEED MOVEMENT IN THE DIRECTION OF SAINT PETERSBURG - MOSCOW…….. 129
Yeltsov A. G.
THE CONSTRUCTION OF THE ELECTRICAL NETWORK USING INFORMATION TECHNOLOGY ANALYSIS AND MANAGEMENT……. 135
Kaldyrbayeva A.M., Daribaeva N.G.
THE INTENSIFICATION OF OIL PRODUCTION PROCESSES UNDER CONDITIONS OF HIGH WATER CUT AT KUMKOL…… 139
Abdullin Kh.A., Adilov Sh.R., Gritsenko L.V., Guseinov N.R., Ismailov D.V., Kalkozova Zh.K., Kumekov S.E., Mukash J.O., Terukov E.I.
ELECTRICAL PROPERTIES OF ZNO:B THIN FILMS SYNTHESIZED BY MOCVD…….. 142
Alimzhanova L.M., Kozhanova A.M.
PROBLEMS OF PORTFOLIO INVESTMENT IN THE OIL AND GAS SECTOR……... 147
Dmitriyev A.Y.
VISUALIZATION OF CELLULAR PROCESSES USING CELLML MODELS AND VMD……... 152
Khamitov A. N.
SMART CITY: USE OF ICT IN THE PROCESS OF BUILDING "SMART CITY" AND ITS PRACTICAL IMPLEMENTATION BASED ON CITY ROUTER PROJECT…….. 155
Nurakhmetov B.K., Sartayev K.Z., Myrzageldiyeva Zh.M., Nuspekov E.L., Karipbayev S.Zh., Abeyova A.A.
KINEMATICS OF BEARING OF PARALLEL MANIPULATOR WITH BALL KNOTS..... 162
Бектемирова А.Т.
COMPARATIVE ANALYSIS OF AMBIENT ASSISTED LIVING SYSTEM WITH PHOTOPLETISMOGRAPHY SENSOR, SAMSUNG GEAR AND APPLE WATCHES…….. 167
Nusupbekova D.A., Dauletbekuly O.
ON THE QUESTION OF ENERGY EFFICIENCY OF IGNITION (IGNITION) THE ICE COMBUSTION CHAMBER AND ENGINE FUEL ECONOMY…….. 170
Utepov Ye., Burushkova G., Smailova G., Karmenov K., Isakhanova A., Nurgaliyev A., Abuova R.
CREATION OF ABSORBING CARBON STEELS, ALLOYED BY CHROME WITH NANO-STRUCTURED LAYER…… 175
Dyussembayev S.A., Yu. Prikhodko O., Almasov N.Zh., Tolepov Zh.K., Guseinov N.R., Korobova N.E.
STRUCTURE AND ELECTRONIC PROPERTIES OF NANOSCALED $Ge_2Sb_2Te_5$ THIN FILMS OBTAINED BY ION PLASMA SPUTERRING…….. 181
Muhamedyev R. I., Khamitov A.N.
ANALYSIS OF GIS USE IN THE ROUTE CHOICE OPTIMIZATION PROBLEM IN ALMATY'S PUBLIC TRANSPORT…….. 187
Beibitkhan Y.
PROBLEMS AND PROSPECTS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS APPLYING FOR IDENTIFICATION AND DIAGNOSTICS OF TECHNICAL OBJECTS…… 193
Sakabekova S.K.
COMPARATIVE ANALYSIS OF IMAGE CORRECTION IN DIFFERENT COLOR SPACES..... 199
Markabayeva D., Apsemetov A., Arystanbayev K.
MATHEMATICAL MODEL OF THE GRINDING PROCESS AND ONE WAY REMEDY SHORTCOMINGS IN THE OPERATION OF THE CRUSHER…….. 202
Zhaparova A.T., Baklanov A.E., Kvasov A.I.
USING THE OF LOW-VOLTAGE TECHNOLOGY OF LED LIGHTING FOR THE INCREASE OF ITS EFFICIENCY…… 207
Sugurova L.A.
THE CONCEPT OF CREATING A SUBSYSTEM OF DYNAMIC DIAGNOSIS OF THE CONDITION PROCESS EQUIPMENT IN THE COMPOSITION…… 213
Altai Y.A., Kuatkanova Zh.E., Usenbaev T.A., Kunesbekov A.
RESEARCH ON THE INFLUENCE OF ALGORITHMS ELECTROCARDIOSIGNAL IN DETECTING ABNORMALITIES USING MATLAB..... 219

Almenov T., Nurkhanov N., Bektur B., Ermakhan E.
THE DEVELOPMENT OF RATIONAL STRUCTURES OF CONCRETE…… 225
Kaipoldayev O.E., Guseinov N.R., Baigarinova G.A., Buranbaev M.J., Muradov A.D.
THE CARBON-CONTAINING FILM OBTAINED CO-SPUTTERING OF METALS AND THE POSSIBILITY OF FILMS WITH STOICHIOMETRY MAX..... 230
Nysanov E.A., Kurakbayeva S.D., Besbayev G.A., Elbergenova G.Zh., Nysanov R.E.
CALCULATION OF POLLUTION DISTRIBUTION IN WATER OBJECTS OF CYLINDRICAL SHAPE WITH BOTTOM OF SEMI ELLIPSOIDAL FORM…….... 234
Utepov Y.B., Utepov T.E., Burshukova G.A., Alimbetova A.Zh.
STUDY OF THE ACOUSTIC PROPERTIES OF THE ALLOYS……... 241
Bismildina Z.A.
THE QUESTION OF DESIGN OF EFFECTIVE MOBILE UNIVERSAL LIGHT MULTIPURPOSE STRUCTURES……..…… 245
Nayzabekov A.B., Arbuz A.S.
EFFECT OF CROSS ROLLING ON THE MICROSTRUCTURE OF STEEL 40X…… 249
Mashekov S.A., Nurtazayev A.Y., Nurakhmetova K.K.
GETTING COMPRESSOR BLADES WITH A GIVEN STRUCTURE IN THE COMBINED PROCESSES OF METAL FORMING USING METHODS OF MATHEMATICAL MODELING…….. 256
Akhmetov B., Gorbachenko V., Kuznetsova O., Abdoldina F.
ANALYSIS OF DIMENSIONALITY REDUCTION METHODS OF MEDICAL EDUCATORY DATA IN PATIENTS WITH THE CHRONIC KIDNEY DISEASE…… 264
Umbetbekov A.T., Abdibattaeva M.M., Tanabekova G.B., Amankos D.A.
USE OF SOLAR ENERGY IN DRYING GRAIN CROPS…….. 273
Bekman I.N., Kuikabaeva A.A., Danlybaeva A.K., Tursynbaeva A.E.
MATHEMATICAL MODELING OF THE RESULTS OF POSITRON-ELECTRON TOMOGRAPHY AND SINGLE PHOTON EMISSION COMPUTED TOMOGRAPHY DURING USING RADIOFARM DRUGS ON THE BASIS OF TECHNETIUM-99M…… 277
Kruglikov A.P., Kamalov M.K.
THE CONVERTER UNIT FOR ELECTROCHEMICAL PROTECTION OF GAS PIPES…… 281
Sarsenbaev Ch.A., Shuhanova Zh.K., Ibragimova Z.A., Shegenova G.K.
THE RATIO CALCULATION TO DETERMINE THE EFFECT OF ASPHALTENE SUBSTANCES ON THE FREEZING TEMPERATURE OF OIL..... 284
Sarsenbaev Ch.A., Shuhanova Zh.K., Ibragimova Z.A., Shegenova G.K.
STUDY OF THE EFFECT OF THE DIESEL FRACTION TO A POUR POINT OF OIL…….. 288
Baklanov A.E., Titov D.N., Gyorok Gy., Grigoryeva S.V.
THE ROBUST SYSTEMS BASED ON PROGRAMMABLE ANALOGOUS ELECTRONIC CIRCUITS..... 294
Baymahan A.R., Kalimoldaev M.N.
REVIEW AND ANALYSIS OF STRENGTH OF EXISTING STRUCTURES "BASE-base-BUILDING"….. 301
Yertayev D.A., Ybyraiymkul D.T., Malayev S.A., Uskenbayeva A.M., Mazhitov S.B.
OPPORTUNITIES RECEIVING NANOCOMPOSITE MATERIAL BASED ON ALUMINUM…….. 306
Izbaskhanov K.C., Ramazanov B.M., Zhakselekov M.M., Niyazov A.A., Shalgymbaev S.T. Lee E.M.,
PILOT TEST OF COLLECTIVE ENRICHMENT SCHEMES OF COMPLEX ORE IN "SHALKIYA" DEPOSIT…… 311
Sharipbayev A.A., Barlybayev A.B.
THE METHODOLOGY OF SMART EDUCATION AS THE NEW FORM OF EDUCATIONAL SERVICE. 320
Pavlova T. A.
A REVIEW OF METHODS OF CALCULATION OF ANTIJAMMING IS IN THE OFDM – MIMO SYSTEM: ADDITIONAL INDEXES OF QUALITY OF RECEPTION OF RADIO SIGNAL…….. 326
Admayeva A.M., Dihanbaeva F.T., Smailova Zh.Zh.
MELONS IN THE PRODUCTION OF JUICES……... 332
Sultanalieva R.M.
ABOUT THE WAY OF CRUSHING OF STRONG ORES…….. 336
Kabulov A.T., Kissykova M.E., Tokpayev R.R., Atchabarova A.A., Mitrofanova A.A.,
Bulybaev M., Kishibayev K.K., Tassibekov Kh.S., Nechipurenko S.V., Yefremov S.A.
OBTAINING NEW DRY MIXES BASED ON PRODUCTS OF SHUNGITE ROCKS ENRICHMENT…….. 342
Tuleuov A.M., Syrmanova K.K., Negim E.S., Kaldybekova Zh.
THE RESEARCH OF MODIFICATION PROCESS OF EPOXYLITANE COMPOSITIONS……. 350
Nizamutdinov V. N.
DEVELOPMENT OF IMAGEJ FUZZY LOGIC BASED EDGE DETECTION PLUGIN……. 354
Mukanov M.A., Pirmanova A.M., Bakir Z.T
THE LOGISTIC DEPARTMENTAL TO THE ACTIONS TEACHING IS IN EMERGENCIES……... 359
Yerenchinov K. K., Bazil G. D., Omarov T.F.
BALANCED SCORECARD IN THE STRUCTURAL-MATRIX REPRESENTATION…… 363

Bozhanov E.T., Tulesheva G.A., Bazhayev N.A., Khayrullin E.M.
ANALYTICAL AND COMPUTATIONAL MODEL OF MOTION OF HEAVY OIL UNDER THE INFLUENCE OF THE AXIAL FORCE OF THE CRITICAL N-CR WHEN THE CROSS-SECTIONAL SHAPE SUCH AS A COOLING TOWER…… 372
Uskenbayeva A., Yertayev D., Ybraimkul D., Malayev S.
RECEIVING ABRASION RESISTANT NANOCOMPOSITE MATERIALS…… 377
Asaubekov.M.A., Karibekova G.S. Musayeva N.J.
CRYSTALLIZING AND STRUCTURES OF PHOTOSENSITIVE POLYETHYLENE…… 383
Kussebayev U., Jumabayev A., Abildabekova D.
THE ACCURACY AT THE REPLACEMENT OF CURVES……. 386
Yerygina L., Skakov M.
CARBONITRIDING OF STRUCTURAL STEEL BY ELECTROLYTE PLASMA…….. 391
Saparov K.T., Yeginbayeva A.E.
ROLE Of APPLIED TOPONYMICS IN DEFINITION OF MINERALS OF SARYARKI..... 397
Skakov M., Yerygina L., Batyrbekov E.
EFFECT OF ELECTROLYTIC-PLASMA NITRIDING ON THE STRUCTURE-PHASE COMPOSITION AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE SURFACE LAYERS OF STEEL 34CrNi1Mo……. 403

Chemico-metallurgical sciences

Tokpayev R.R., Atchabarova A.A., Kabulov A.T., Kishibayev K.K., Nechipurenko S.V., Yefremov S.A., Nauryzbayev M.K.
CARBON-PALLADIUM CATALYSTS BASED ON SHUNGITE SUPPORTS FOR THE PROCESS OF PURE ANTIMONY OBTAINING..... 412
Kazova R.A., Musina U.Sh., Dzhamalova G.A., Sarsembin U.K.
SYNTHESIS AND RESEARCH OF THE COMPLEX PHOSPHOSILICATES FORMED IN SOLIDPHASES CONDITIONS AT HIGH TEMPERATURES…….. 419
Ramazanova R.A., Bykov R.A., Seraya N.V., Kulenova N.A., Van E.Yu.
RESEARCH OF MATERIAL COMPOSITION OF OXIDE-BEARING ZINC ORE OF SHAIMERDEN DEPOSIT..... 423
Nazarbek U., Besterekov U., Beisenbayev O., Nazarbekova S.
HUMIC ACID OF FERTILIZING QUALITY - TECHNOLOGY AND RESULTS OF COMPLEX RESEARCHES……... 431
Bakirov B.N., Tagauova R.Z., Beysenov B.S.
CATALYTIC REDUCTION USING ANTIMONY COILS AUTOCLAVES……. 436
Vyssotskaya A.V., Balakaeva G.T., Panova E.N., Bulenova K.Zh.
PHYSICAL AND CHEMICAL BASES OF EXTRACTION 90SR FROM MODEL SOLUTIONS MODIFIED CLINOPTILOLITE UNDER STATIC CONDITIONS…….. 442
SherimovaZh.O., Yagudeev T.A.
HETEROCYCLIC ARYLAROMATICAZOETHYNYL ALCOHOLS AND THEIR INVESTIGATIONS….. 445
Baykonurova A.O., Ussoltseva G.A., Konyratbekova S.S., Mukhitdinova B.A.
ION EXCHANGES OF EXTRACTION FROM NATURAL WATERS AND ITS APPLICATION IN GOLD HYDROMETALLURGY……... 451
Botabaev N.E., Syrmanova K.K., Negim E.S., Kaldybekova Zh.
PERSPECTIVES ADSORPTION METHOD IN THE PROCESS OF PURIFICATION OF PHENOL-CONTAINING WASTE WATER……. 456
Issagaliyev KH.G., Minbayev B.O., Dzhiembayev B.ZH.
SYNTHESIS OF NEW AMINOPHOSPHONATES TETRAHYDROTIOPYRRHANIC ROWS…….. 460
Omirbay R.S., Satybaldieva N.K., Batesova F.K.
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF RECEIVING CYCLOHEXANE FROM BENZENE…… 463
Kaipoldayev O.E., Guseinov N.R., Baigarinova G.A., Buranbaev M.J., Muradov A.D.
THE CARBON-CONTAINING FILM OBTAINED CO-SPUTTERING OF METALS AND THE POSSIBILITY OF FILMS WITH STOICHIOMETRY MAX…….....468

Physico-mathematical sciences

Sukhenko A.S.
DEVELOPMENT OF SMALL SATELLITE ATTITUDE CONTROLLER STABLE TO THE VARIOUS PERTURBATIONS…… 473
Giyenko A.D., Ipalakova M.T., Daineko Y.A., Rakhimzhanova N.K., Bekturganov M.B.
DEVELOPMENT OF THE CROSS-PLATFORM PHYSICAL LABORATORY WORKS ON THE EXAMPLE OF ATWOOD'S MACHINE …… 481
Dadaeva A.N.
BOUNDARY ELEMENT METHOD FOR TRANSIENT PROBLEMS OF HERMOELASTODYNAMICS . 486

Utemaganbetov Z.S., Nigmetova G.N., Urbisinova B.T.
ALTERNATIVE AND EXPANDED VERSION OF THE SWEEP METHOD FOR THE NUMERICAL SOLUTION OF THE FIRST BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR SECOND-ORDER LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS……. 493
Kushpanov M.S., Mustafina K.K., Duametұly B.
APPROXIMATE MODEL OF HYDROGEN-LIKE SYSTEMS AND THEIR IMPORTANT RESULTS……. 501
Tusupova A.E., Koishybayeva Zh.B., Tusupov D. M.
DYNAMIC SYNTHESIS OF THE LEVER MECHANISM ON THE BASIS OF THE QUADRATIC..... 504
Beisebay P.
NUMERICAL INVESTIGATION IN PROBLEMS OF FREE CONVECTION..... 510
Saparova M.R, Elgondina M.B
THE OSCILLATING MOTION OF THE SATELLITE IN A CIRCULAR ORBIT…… 517
Mulhamedgali A., Doszhan N.S., Shabdan E.
REVIEW OF TESTS OF SMALL SPACECRAFT IN THERMAL VACUUM CHAMBER…….. 523
Rakisheva Z.B., Kaliyeva N.B.
INFLUENCE OF RESIDUAL MAGNETIC MOMENT ON THE THE ACTION OF VARIOUS B-DOT ALGORITHM MODIFICATIONS…… 530
Kutybayev M. U.
AHO-CORASICK ALGORITHM OVER BIG ALPHABET…… 536
Bolyshanova M. J., Cherykbaeva L.Sh., Burlybaev A. Zh., Temyrbekova Zh. E.
TO LINK DIFFERENT TECHNOLOGIES WEB PROGRAMMING IN XML……. 539
Turlybekova A.T., Kokazhaeva A.B.
THE USE OF WORD PROBLEMS WITH ENVIRONMENTAL CONTENT IN MATH CLASS…… 543
Seytkulova J.N., Tulesheva G.A., Mukanova Zh.E., Zhaksylyk A.S., Kyrykbayeva N.K.
SEARCH THE LARGEST AND SMALLEST VALUES OF A FUNCTION OF TWO VARIABLES, THE GEOMETRICAL METHOD……. 546
Burlibayev A.Zh., Bolyshanova M.Zh., Sherikbayeva L.Sh., Temirbekova Zh.E.
THE DEVELOPMENT OF A FUNCTIONAL MODEL OF MANAGEMENT OF EDUCATIONAL COMPUTER CENTER USING METHODOLOGY ITSM……... 550
Baizhumanov M.Z.
PECULIARITIES OF COLOR CENTERS AND NANOSTRUCTURES CREATION IN LIF CRYSTALS IRRADIATED WITH HIGH ENERGY IONS…….. 556
Mukanova B., Mirgalikyzy T.
INTEGRAL EQUATION FOR SOLVING THE DIRECT PROBLEM OF SOUNDING THE MEDIUM WITH THE SURFACE TOPOGRAPHY……... 561

Economical sciences

Asylkhanova N.
PRINCIPLES OF CONSTRUCTION ARE BUSINESS OF PROJECTS..... 566
Топорков Д.В.
УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В КОМПАНИИ…… 573
Satybaldy S.S.
SOME IMPORTANT ASPECTS OF THE THEORY AND PRACTICE OF MARKETING: MARKETING SYSTEM, INTERACTION, FUNCTIONING ENTITIES..... 579

Social sciences

Nurgalym K.S.
MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGY FOR MAGISTERS OF TECHNICAL UNIVERSITY…….. 586
Shayahmetova N.K.
THE LINGUISTIC DESCRIPTION OF THE LANGUAGE PERSONALITY OF AN ENGINEER (THE ARTICLE NAME)……. 591
Satybaldiev O.S.
URGENT PROBLEMS OF WORKING OUT THE SCHOOL COURSE OF MATHEMATICS MEET THE MODERN REQUIREMENTS……... 595
Kuyikabayeva A., Tursynbayeva A., Danylbayeva A., Bolysbekova Sh., Zulbukharova E., Boribayeva M., Bershimbayeva L.
ANALYSIS OF RESULTS EVALUATION OF YOUTH CULTURAL, SOCIAL AND POLITICAL LEVEL DEVELOPMENT OF KAZAKHSTAN…… 600
Omarbayeva G.S.
DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL MOTIVATION DURING THE FOREIGN LANGUAGE STUDIES IN TECHNICAL HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS……... 607

Редакторы:
Н.Ф. Федосенко

Верстка на компьютере:
Л.Т. Касжанова

Подписано в печать 11.09. 2015 г.
Формат 60х84 $^{1}/_{8}$. Усл. п.л 38,2
Тираж 500 экз. Заказ №148 .

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНТУ каб. 904, тел. 292-63-46
Отпечатано в Учебно-издательском центре
Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева