ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК КазНИТУ

VESTNIK KazNRTU

№6 (118)

АЛМАТЫ 2016 НОЯБРЬ

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора
М.К. Орунханов – проректор по науке

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

С.Б. Абдыгаппарова, Б.С. Ахметов, З.С. Абишева, Ж.Ж. Байгунчеков-акад. НАНРК, В.И. Волчихин (Россия), Д. Харнич (США), К. Дребенштед (Германия), И.Н. Дюсембаев, Г.Ж. Жолтаев, С.Е. Кудайбергенов, С.Е. Кумеков, Б. Кенжалиев, 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..

Учредитель:

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

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

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22,
каб. 904, тел. 292-63-46
n. fedossenko @ ntu. kz

© КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, 2016

• НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 553.04

А.Б. Байбатша, К.Ш. Дюсембаева, А.А. Бекботаева
(Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, baibatsha48@mail.ru)

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНОГО ИЗУЧЕНИЯ ПРОБ КАРТИРОВОЧНОГО БУРЕНИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА БОРГЕЗСАЙ (ЖЕЗКАЗГАН)

Аннотация. Приведены результаты микроминералогических исследований проб, отобранных из пробуренных в хвостохранилище картировочных скважин и канав в бортах карьера. Скважины пробурены на полную глубину хвостохранилища, которое охвачено опробованием как по площади, так и по разрезу. Накопленные хвосты представляют собой стратифицированную измельченную массу. Из рыхлого материала хвостов изготовлены брикеты – цементированные аншлифы. Микроминералогическое описание аншлифов показало вещественный состав материала, распределение рудных минералов и размеры их зерен (в основном от 0,001 до 0,1 мм), взаимоотношение их с нерудными компонентами. Основными рудными минералами являются: халькопирит, ковеллин, халькозин, борнит и галенит, найдено одно зерно золота размером 0,01х0,04 мм. Хвосты могут рассматриваться как техногенное минеральное сырье.

Ключевые слова: хвосты обогатительной фабрики, руды, минералы, техногенное минеральное сырье

Введение

Исследования проводились в хвостохранилище Боргезсай Жезказганской обогатительной фабрики (ЖОФ), где складировано хвостов ЖОФ порядка 48 990,00 тыс. т (Cu=93108 т при содержании 0,19 % и Pb=4465 т при содержании 0,01 %) или 34 993,00 тыс. м^3 измельченной горной массы (рис. 1).

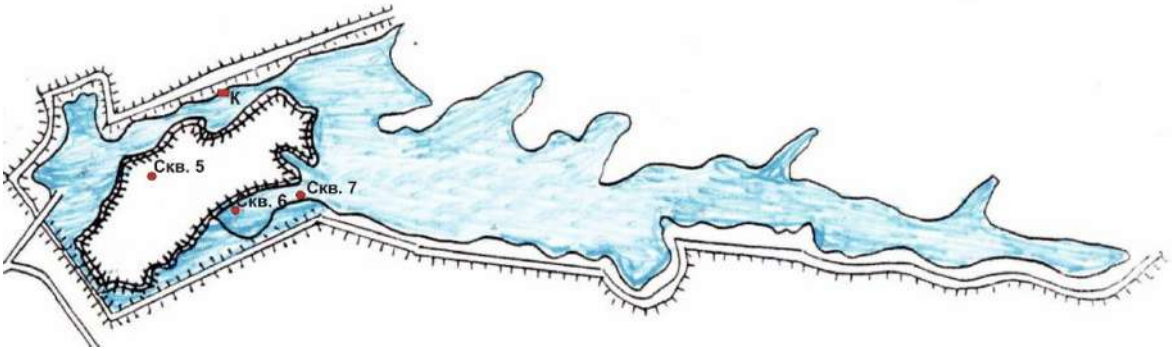


Рис. 1. Схема опробования хвостохранилища Боргезсай ЖОФ

Хвостохранилище опробовано по керну картировочных скважин (17 проб) и канавам на обнаженном борту карьера (14 проб). Всего отобрано 31 пог. м пробы. Отобранные пробы доставлены в Инновационную геолого-минералогическую лабораторию КазНИТУ имени К.И. Сатпаева. По рыхлым и измельченным материалам хвостов изготовлены брикеты, т.е. цементированные шлифы (рудные аншлифы.)

В соответствии с выбором мест заложения картировочных буровых скважин, обеспечивающих проведение геологических исследований на полную глубину хвостохранилища, выполнена соответствующая работа по отбору проб для лабораторных исследований. Эти пробы обрабатываются для проведения гранулометрического, спектрального анализов и микроминералогического исследования. Строение хвостохранилища представляет собой стратифицированный материал, сформированный в

результате поступления пульпы обогатительных фабрик как измельченный материал из различных рудных забоев Жезказганского стратиформного месторождения типа медистых песчаников (рис. 2).



Рис. 2. Стратифицированное строение хвостохранилища в разрезе

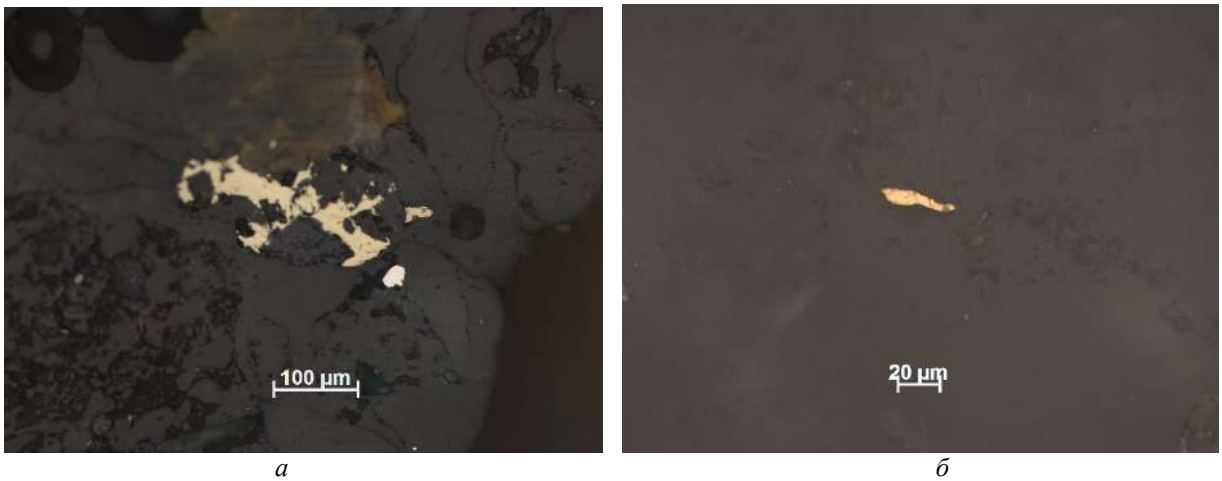
Результаты исследований

Ниже приводится описание некоторых цементированных шлифов по пробам, отобранным по площади и разрезу хвостохранилища.

Цементированный шлиф 1/1.

Минеральный состав (количество зерен дано приблизительно): халькопирит – 48, ковеллин – 33, халькозин – 17, борнит – 18, пирит – 12.

Халькопирит – в срастании с кварцем или вокруг зерен кварца встречены 15 зерен размером от 0,01 до 0,05х0,08 мм; 2 прожилковидной формы вокруг зерен кварца (0,02х0,15 мм и 0,05х0,12 мм); в зернах кварца – 7 мелких включений (0,01- 0,05 мм); в одном зерне кварца мелкая вкрапленность – 15 мелких включений (0,005-0,01 мм) и более крупные – 3 (0,07х0,1 мм); прорастает с кварцем – 4 зерна (0,05 - 0,04х0,15 и одно – (0,08х0,17 мм); в свободном виде – 2 зерна размерами 0,05х0,07 и 0,06х0,12 мм (рис 3).



а *б*

Рис. 3. Цементированный шлиф 1/1: *а*) халькопирит (желтое) в срастании с кварцем; *б*) золото (желтое) в свободном виде

Ковеллин – по краю зерен кварца, в срастании с кварцем около 10 зерен (размерами от 0,01 до 0,07х0,1 мм); в срастании с борнитом в кварце – (0,02-0,05х0,05 мм); в срастании с халькопиритом в кварце – 5 зерен халькопирита (0,005-0,01 мм) и 7 зерен ковеллина (0,01-0,03 мм); в кварце – в одном

зерне кварца 10 включений (0,005-0,02х0,05 мм) и в другом одно (0,06х0,1 мм); в свободном виде – 1 (0,04 мм).

Халькозин – в кварце найдены 2 зерна (размеры около 0,05 мм), в одном зерне кварца мелкие включения халькозина – несколько включений (0,005-0,01 мм). Отмечается агрегаты в срастании с ковеллином.

Борнит – в кварце описаны 12 зерен (размеры 0,01-0,05х0,08 мм); по краю зерен кварца – 4 (0,01-0,02 мм); 1 – в тонком прорастании с гидроксидами железа (сросток – 0,1х0,15 мм и мелкие зерна, слагающие сросток – 0,002-0,007 мм).

Пирит – в кварце находятся 10 зерен (размеры 0,02х0,05-0,05х0,07 мм); по краю зерна кварца – 2 зерна размерами до 0,01-0,05 мм.

Цементированный шлиф 1/2.

Минеральный состав (количество зерен дано приблизительно): золото – 1 зерно, халькопирит – 10, ковеллин – 19, халькозин – 17, борнит – 12, пирит – крайне редкий.

Халькопирит – в срастании с кварцем или вокруг зерен кварца 2 зерна (размеры 0,05 и 0,01х0,06 мм); в зернах кварца – 7 (0,01-0,04 мм); в срастании с пиритом в свободном виде – 1 (0,02х0,07 мм);

Ковеллин – в тесном срастании с борнитом в кварце 1 зерно размером 0,05х0,07 мм; 1 сросток состоит из 5 зерен ковеллина (0,01-0,06 мм) и 6 зерен борнита (0,01-0,02 мм); в срастании с кварцем – 1 (0,07х0,1 мм); в свободном виде – 11 (0,01-0,07х0,1 мм).

Халькозин – в срастании с ковеллином 2 зерна и в зерне кварца – мелкие включения халькозина – примерно 15 зерен (0,002-0,01 мм).

Борнит – скопления в кварце – (размер скопления 0,02х0,1 мм); в кварце содержится зерно пирита (0,05 мм); в срастании с ковеллином в кварце, по краю и в центре – от 0,02 до 0,02х0,1-0,07х0,3 мм, из них 10 зерен ковеллина и 10 борнита – от 0,01-0,05 мм.

Золото – найдено зерно удлиненной формы желтого цвета размером 0,01х0,04 мм в безрудной массе (см. рис. 3 б).

Цементированный шлиф 1/3.

Минеральный состав (количество зерен дано приблизительно): халькопирит – около 60, ковеллин – 8, халькозин – 15, борнит – 15, пирит – редкий, гематит – несколько зерен.

Халькопирит – в свободном виде встречены 30 зерен (размеры в основном 0,01-0,03 мм), в том числе 1 зерно – 0,02х0,04 мм; 2 – 0,03х0,05 мм; 2 – 0,05 мм; 2 – 0,01х0,1 мм; 1 – 0,04х0,08 мм; 1 – 0,05х0,1 мм; в кварце – 4 зерна (размеры, мм: 0,03х0,05; 0,02х0,04; 0,05; 0,03х0,1); по краю зерен кварца – 2 зерна размером 0,04; 3 – 0,02х0,04мм; 8 – 0,01-0,02 мм; 2 – 0,03 мм; скопление мелких зерен по краю зерна кварца – 6 зерен (0,01-0,02 мм); 4) прорастание с кварцем – 1 (0,05х0,1 мм); срастается с кварцем – 1 (0,07х0,1 мм).

Ковеллин – в свободном виде 2 зерна (0,02-0,03 мм); 4 – (0,01 мм); 1 – (0,03х0,08 мм); по краю зерна кварца халькозин-ковеллиновый сросток (0,05 мм).

Халькозин – скопление мелких зерен в кварце из 15 зерен (размеры 0,001-0,01 мм).

Борнит – в свободном виде 5 зерен (размеры 0,01-0,02 мм); в виде скоплений мелких зерен – 4 скопления (от 0,03 до 0,07 мм), где зерна размерами от 0,005 до 0,01 мм; по краю зерен кварца 4 зерна (0,01-0,03 мм; в срастании с ковеллином в кварце –2 зерна (размеры 0,08 и 0,08х0,1 мм).

Пирит – крайне редкие зерна в кварце.

Гематит – зерна в свободном виде – несколько зерен.

Цементированный шлиф 2/1.

Минеральный состав (количество зерен дано приблизительно): халькопирит – 42, ковеллин – 10, халькозин – 5, борнит – 5, пирит – редкий, арсенопирит – единичные зерна; гематит – несколько зерен.

Халькопирит – в свободном виде 12 зерен; в кварце 20 зерен; по краю зерен кварца 6 зерен, в том числе 4 – прожилковидной формы (до 0,03х0,1 мм). В целом размеры зерен халькопирита колеблются от 0,01-0,02 до 0,01х0,04 мм; редко 0,04х0,07 мм.

Ковеллин – в виде скоплений в кварце вместе с рутилом 1 зерно; в срастании с борнитом в кварце – 3; в кварце обособленно – 3; в свободном виде – 1 и скопление размером 0,1х0,15 мм (зерна до 0,02 мм). Размер зерен ковеллина колеблется от 0,01-0,05 и редко до 0,06х0,1 мм.

Халькозин – в кварце редкие мелкие зерна.

Борнит – встречается в кварце в виде редких мелких зерен размером 0,02-0,04 мм; 1 скопление (0,06х0,1 мм), которое замещается ковеллином и халькозином.

Пирит – крайне редкие зерна в кварце.

Арсенопирит – в виде скопления мелких зерен размерами до 0,1х0,15 мм.

Гематит – зерна в свободном виде, встречено несколько зерен.

Гидроксиды железа – редкие зерна.

Цементированный шлиф 2/2.

Минеральный состав (количество зерен дано приблизительно): халькопирит – 90, ковеллин – 15, халькозин – редкие зерна, борнит – 14, пирит – редкий, арсенопирит – единичные зерна; гематит – несколько зерен, галенит – одно скопление.

Халькопирит – в свободном виде найдены 70 зерен (размеры в основном от 0,01 до 0,03 мм), встречаются более крупные зерна (0,01х0,04 мм; 0,02х0,05 мм; 0,03х0,05 мм); скопления размером 0,04х0,1 и 0,03х0,18 мм; одно скопление из мелких зерен 0,01 мм (10 зерен); в кварце – 8 зерен размерами проядка 0,02-0,03 мм; одно – 0,06х0,13мм; по краю зерен кварца – 10 зерен размерами 0,02-0,03х0,06 мм.

Ковеллин – в свободном виде встречены 7 зерен размерами от 0,01 до 0,05х0,07 мм; 2 скопления (0,05 мм), состоящие из мелких зерен; в кварце – 2 зерна (0,03х0,05 мм и 0,05 мм); одно скопление (0,1 мм) из мелких зерен; по краю зерна кварца – 1 зерно (0,05х0,15 мм); в срастании с борнитом – 1 зерно (0,03х0,04 мм); в срастании с борнитом и мелкими зернами рутила – 1 зерно (0,1х0,2 мм).

Халькозин –редкие мелкие зерна в срастании с ковеллином.

Борнит – в свободном виде найдены 10 зерен (размеры 0,01-0,03 мм); скопление (0,08 мм) борнита и ковеллина, состоящее из мелких зерен (0,01-0,02 мм); по краю зерен кварца – 1 (0,02х0,04 мм) и в виде скопления – 2 (0,05х0,12 мм).

Пирит – крайне редкие зерна в кварце.

Арсенопирит – в свободном виде встречно 1 зерно размером 0,03х0,13 мм.

Гематит – зерна в свободном виде – несколько зерен.

Галенит – одно скопление зерен (0,07х0,1 мм).

Цементированный шлиф 2/3.

Минеральный состав (количество зерен дано приблизительно): халькопирит – 70, ковеллин – 13, халькозин – 8, борнит – 28, пирит – редкий, арсенопирит – единичные зерна; гематит – редкие зерна, белый высокоотражающий минерал? – 3.

Халькопирит – в свободном виде встречено 14 зерен (размеры 0,01-0,03 мм); в кварце находится 42 зерна (0,01-0,02 мм); 6 зерен (0,02х0,05-0,03х0,08 мм); одно (0,03х0,15 мм); по краю зерен кварца располагаются 6 зерен (от 0,01х0,03 до 0,01х0,1 мм).

Ковеллин – в свободном виде встречено 1 зерно (0,02х0,06 мм); в срастании с халькозином – 2 (0,05-0,06 мм); в срастании с борнитом – 1 (0,02х0,1 мм); в кварце – 1 (0,04х0,1 мм); по краю зерен кварца – 6 (0,01х0,03–0,04 мм); 1 сросток с борнитом (0,04х0,08 мм).

Халькозин – в кварце встречено 6 зерен (размеры 0,01-0,06 мм); 2 зерна в срастании с ковеллином (0,05-0,06 мм).

Борнит – в свободном виде встречаются 2 (0,02мм); один сросток с халькопиритом (0,1х0,18 мм); в кварце – 16 (0,01-0,05 мм), одно из них 0,04х0,1 мм; по краю зерен кварца встречены 7 зерен (0,01-0,04 мм); 2 – в срастании с халькопиритом (0,03 мм).

Пирит – крайне редкие зерна.

Арсенопирит – единичные зерна по краю зерен кварца размерами 0,03 мм.

Гематит – редкие зерна.

Белый высокоотражающий минерал – 2 зерна (размеры 0,08х0,1 мм) – один в тонком прорастании с серым минералом и еще один в срастании с кварцем (0,08 мм).

Цементированный шлиф 2/4.

Минеральный состав (количество зерен дано приблизительно): халькопирит – 65, ковеллин – 9, халькозин – 10, борнит – 43, пирит – редкий, гематит и магнетит – редкие зерна.

Халькопирит – в кварце встречены 37 зерен (размеры 0,01-0,05 мм); 2 (0,02х0,07 мм и 0,07 мм); мелкие включения – 10 (порядка 0,002 мм); одно с мелкой вкрапленностью рутила (0,03х0,08 мм); в срастании с кварцем – 1 (0,1 мм); скопление (0,15 мм), состоящее и 4 зерен (0,03-0,04 мм); по краю зерен кварца – 7 (0,01-0,03 мм); в свободном виде – 2 (0,07 и 0,05х0,12 мм).

Ковеллин – в свободном виде 3 зерна (0,03-0,06 мм); по краю зерен кварца – 5 (0,01-0,06 мм) и в кварце – 1 тонкий прожилок (0,005х0,1 мм).

Халькозин – в кварце находятся 5 зерен (0,01-0,02 мм); по краю зерен кварца – 2 (0,02 и 0,03х0,06 мм); в срастании с борнитом – 2 (0,05 и 0,03х0,06 мм) и один в срастании с ковеллином (0,04х0,12 мм).

Борнит – в кварце находятся 18 зерен (7 – 0,005-0,01 мм и 11 – 0,01-0,05 мм); 3 мелкие включения вместе с борнитом и халькопиритом (0,005 мм); по краю зерен кварца расположены 10 зерен (0,02-0,03 мм); в свободном виде – 1 (0,05х0,07 мм).

Пирит – крайне редкие зерна.

Гематит и магнетит – редкие зерна.

Гидроксиды железа – редкие.

Цементированный шлиф 2/5.

Минеральный состав (количество зерен дано приблизительно): халькопирит – 28, ковеллин – 7, халькозин – 18, борнит – 38, пирит – редкий, гематит – редкие зерна.

Халькопирит – в кварце 22 зерна (0,01-0,05 мм) в основном по краю кварца; 3 (0,06-0,07 мм); в свободном виде – 1 (0,05х0,1 мм); один в срастании с галенитом (0,1х0,15 мм); в срастании с кварцем – 1 (0,06х0,12 мм).

Ковеллин – в свободном виде 4 зерна (0,02-0,03 мм); в кварце – 1 (0,03 мм); по краю зерен кварца – 2 (0,02-0,02х0,07 мм).

Халькозин – в кварце 9 зерен (0,002-0,01 мм); одно – 0,04х0,1 мм; по краю зерен кварца – 4 (0.01-0,03 мм); в срастании с кварцем – 2 (0,03х0,14 мм и 0,07х0,25 мм); в срастании с борнитом – 2 (0,02х0,03 мм и 0,03х0,12 мм).

Борнит – в свободном виде встречены 5 зерен (0,03-0,06х0,1 мм); в кварце – 13 (0,01-0,03 мм); одно (0,02х0,07 мм); по краю зерен кварца – скопление из 16 зерен (0,01-0,02 мм); в срастании с кварцем – 1 (0,1 мм) с каемкой ковеллина; в срастании с халькозином – 1 (0,07мм) и халькозином и ковеллином – 1 (0,06 мм).

Пирит – крайне редкие зерна.

Гематит –редкие зерна.

Цементированный шлиф 2/6.

Минеральный состав (количество зерен дано приблизительно): халькопирит – 50, ковеллин – редкий, халькозин – 20, борнит – 16, гематит и гидроксиды железа - редкие зерна, галенит – редкие скопления.

Халькопирит – в кварце находятся 20 зерен (от 0,02 до 0,04х0,06 мм); по краю зерен кварца – 17 (от 0,01 до 0,06 мм), один из них в срастании с борнитом; в свободном виде – 10 (6 – 0,01 мм; 1 – 0,04 мм; 2 – 0,07 мм; 1 – 0,04х0,1 мм).

Ковеллин – редкий в срастании с халькозином.

Халькозин – в кварце расположены 4 зерна (размеры 0,01-0,03х0,06 мм); вокруг кварца – 1 (0,03х0,1 мм) и несколько мелких зерен (0,01 мм); в свободном виде – 1 (0,07х0,1 мм); скопление халькозина и борнита (0,12 мм), состоящее из зерен размером 0,001-0,05 мм; в срастании с кварцем – 4 (0,01х0,05 мм).

Борнит – в кварце расположены 8 зерен (размеры 0,02-0,04 мм); одно скопление с ковеллином (0,1х0,2 мм); по краю зерен кварца – 4 (0,02-0,01х0,06 мм); одно в срастании с халькозином (0,03х0,1 мм); в срастании с кварцем – 1 (0,1 мм); в свободном виде – 1 (0,05х0,06 мм).

Галенит – редкие скопления с размерами 0,01-0,03х0,1 мм.

Выводы

Из просмотренных цементированных шлифов установлено медных минералов: халькопирит – наиболее распространенный среди них и количество зерен в цементированных шлифах колеблется от 28 до 90; ковеллин – от 5 до 33 зерен; халькозин – от редких до 20 зерен; борнит – от 4 до 43 зерен. В цементированном *шлифе 1/2* найдено одно зерно золота желтого цвета размером 0,01х0,04 мм. Среди других минералов встречаются: крайне редко зерна пирита, гематит, магнетит, гидроксиды железа, арсенопирит, рутил.

Характеристика основных медных минералов в цементированных шлифах:

1. Халькопирит – 1) в свободном виде от 2 до 70 зерен; основной размер их – 0,01-0,03 мм; от 1 до 7 зерен встречаются с размерами от 0,02х0,04 до 0,06х0,1 мм; встречаются также от 1 до 3 скопле-

ний зерен размером 0,04х0,1 и 0,03х0,18 мм; 2) в зернах кварца встречаются от 4 до 55 зерен, основной размер их 0,01-0,05 мм; от 2 до 5 зерен встречаются с размерами до 0,03х0,08 мм; от 1 до 3 зерен встречаются в размерах до 0,06х0,1 мм; единичные размером 0,07х0,2 мм и в виде крупного агрегата кварца (1,0х1,3 мм), между зерен которого и в самом кварце халькопирит (около 30 зерен) размером от 0,01 до 0,06х0,14 мм; 3) по краю зерен кварца от 1 до 17 зерен, одно из них в сростках с борнитом; основной их размер от 0,01 до 0,05 мм; редко по краю кварца скопления – до 6 (0,01-0,02 мм); прожилковидной формы вокруг зерен кварца – 2 (0,02х0,15 и 0,05х0,12 мм); 4) в срастании с кварцем – от 1 до 4 зерен (от 0,05 до 0,08х0,17 мм); 5) в срастании с пиритом – 1 зерно (0,02х0,07 мм) и с галенитом 1 зерно (0,1х0,15 мм).

2. Ковеллин – 1) в свободном виде от 1 до 11 зерен; основные размеры от 0,01 до 0,05 мм; редко до 0,06х0,1 мм; отмечаются единичные скопления (0,1х0,15 мм), состоящие из зерен размером 0,02 мм; отмечаются сростки (1 или 2) с халькозином (0,05-0,06 мм) и борнитом (0,02х0,1 мм); одно крупное зерно ковеллина (0,13х0,25 мм) с зернами борнита по краям; 2) в зернах кварца от 1 до 10 зерен; размер их колеблется от 0,005 до 0,05 мм; от 1 до 3 зерен размером до 0,05х0,13 мм; одно - в виде скопления (0,1 мм) мелких зерен; одно – в виде тонкого прожилка (0,005х0,1 мм); от 2 до 4 зерен в срастании с борнитом (0,02х0,06 мм и 0,05х0,15 мм); в виде скопления вместе с зернами рутила; 3) в срастании с халькопиритом – 5 зерен халькопирита (0,005-0,01 мм) и 7 зерен ковеллина (0,01-0,03 мм); 4) по краю зерен кварца от 2 до 10 зерен обособленно (0,01-0,02х0,07 мм) и от 1 до 3 – в срастании с борнитом (до 0,04х0,08 мм); в срастании с борнитом и мелкими зернами рутила (0,1х0,2 мм); в срастании с халькозином (0,05 мм); 4) в срастании с борнитом – от 1 до 5 зерен (от 0,02-х,03 до 0,05х0,16 мм); в срастании с кварцем – 1 (до 0,07х0,1 мм).

3. Халькозин – 1) в свободном виде единичные зерна (0,07х0,1 мм; единичные скопления халькозина и борнита (0,12 мм), состоящее из зерен размером 0,001-0,05 мм; 2) в кварце – от 5 до 15 зерен; размер их от 0,001 до 0,05 мм, иногда в срастании с ковеллином; отмечаются мелкие скопления размером зерен 0,001-0,01 мм; редко зерна достигают 0,04х0,1 мм; 3) по краю зерен кварца от 1 до 4; размер их 0,01-0,03 мм; единичные зерна достигают 0,03х0,1 мм; 1-2 – встречаются в срастании с борнитом (0,03х0,06 мм) и ковеллином (0,04х0,12 мм); 4) в срастании с ковеллином – 2 (0,05-0,06 мм); в срастании с борнитом – 2 (0,02х0,03 мм и 0,03х0,12 мм); в срастании с кварцем – от 2 до 4 (от 0,01х0,05 мм до 0,07х0,25 мм).

4) Борнит – 1) в свободном виде от 1 до 10 зерен размерами 0,01-0,07 мм, редко до 0,06х0,1 мм; редко скопления борнита обособленно (0,1 мм), состоящие из мелких зерен (0,005-0,02 мм) и с ковеллином (0,08 мм), состоящие из мелких зерен (0,01-0,02 мм); единичные сростки с халькопиритом (0,1х0,18 мм); 2) в кварце от 3 до 18 зерен, размеры их от 0,01 до 0,05 мм, редко до 0,08 мм; отмечаются редкие скопления размером до 0,06х0,1 мм и даже 0,25 мм; в скоплениях борнит встречается вместе с халькопиритом, ковеллином, халькозином; одно прорастание борнита и халькопирита – халькопирит в виде каемки вокруг борнита (борнитовые зерна размерами 0,05х0,3 мм и 0,05х0,2 мм); 3) по краю зерен кварца от 1 до 16 зерен; размер их 0,01-0,05 мм; в единичных случаях в виде скоплений (0,05х0,12 мм); одно крупное зерно (0,1х0,2 мм); отмечаются сростки с ковеллином (0,02х0,1-0,07х0,3 мм) и халькозином (0,03х0,1 мм); 4) редкие зерна в срастании с кварцем (0,1 мм), с халькопиритом (0,03 мм), с халькозином (0,07 мм) и халькозином и ковеллином (0,06 мм); с гидроксидами железа (сросток размером 0,1х0,15 мм и мелкие зерна, слагающие сросток (0,002-0,007 мм).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Байбатша А.Б., Бекботаева А.А., Бекботаев А.Т. Вещественный и гранулометрический состав исходных руд хвостов Жезказганской обогатительной фабрики//Материалы МНПК «Геология, минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов Республики Казахстан», посвященной 75-летию института геологических наук им. К.И. Сатпаева. Алматы, 2015. – С. 229-235.

[2] Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш., Бекботаева А.А. Изучение хвостов Жезказганской обогатительной фабрики и их перспектив для расширения минерально-сырьевой базы//Материалы МНПК «Геология, минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов Республики Казахстан», посвященной 75-летию института геологических наук им. К.И. Сатпаева. Алматы, 2015. – С. 236-242.

[3] Байбатша А.Б. Модели месторождений цветных металлов. – Saarbrucken: Deutschland, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 588 с.

[4] Байбатша А.Б. Модели месторождений благородных металлов. Алматы: Асыл кітап, 2014. - 452 с.

[5] Baibatsha A., Dyussembaeva K., Bekbotaeva A., Study of tails enrichment factory Zhezkazgan as a technogenic ore deposits// 16th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2016. Albena, Bulgaria. PP. 579-586.

Байбатша Ә.Б., Дюсембаева К.Ш., Бекботаева А.А.

Бөргезсай тастандықоймасын (жезқазған) карталау бұрғылау сынамалары бойынша лабораториялық зерделеу нәтижелері

Аңдатпа. Тастандықоймада карталау бұрғылау ұңғымаларынан және карьер жақтауларындағы ордан алынған сынамаларды микроминералогиялық зерделеу нәтижелері келтірілген. Ұңғымалар тастандықойма тереңдігін толық қамтып бұрғыланғандықтан, ол алаңы бойынша да, тереңдігі бойынша да сынамаланған. Жинақталған майда тастандылар стратификатталған масса болып табылады. Тастандылардың қопсық материалынан брикеттер – цементтелген аншлифтер даярланған. Аншлифтерді микроминералогиялық сипаттау материалдың заттық құрамын, руда минералдардың таралуын және олардың түйірлерінің өлшемдерін (негізінен 0,001 мм-ден 0,1 мм-ге дейін), олардың бейруда компоненттермен өзара қатынасын көрсетті. Негізгі руда минералдарға жататындар: халькопирит, ковеллин, халькозин борнит және галенит, өлшемі 0,01х0,04 мм болатын алтын түйірі де табылған. Тастандылар техногендік минерал шикізат ретінде қарастырыла алады.

Түйін сөздер: байыту фабрикасының тастандылары, руда, минералдар, техногендік минерал шикізат

Baibatsha A.B., Dyussembaev K.Sh., Bekbotaeva A.A.

Study results of laboratory tests of mapping drilling of taildeposit borghessai (zhezkazgan)

Summary. Results micromineralogical studying samples from drilled in the taildeposit mapping wells and trenches in the sides of the pit. The wells were drilled to the full depth of the tailings, which covers testing of both the area and the section. Accumulated shredded tails are stratified mass. From loose material tails are made briquettes - cemented polished sections. Micromineralogical description polished sections showed the material composition of the material, the distribution of ore minerals and their grain sizes (generally from 0.001 to 0.1 mm), the relationship of them with non-metallic components. The main ore minerals are chalcopyrite, covellite, chalcocite, bornite and galena, found one grain of gold the size 0,01-0,04 mm. Tails can be considered as technogenic mineral raw materials.

Keywords: tails concentrator, ore, minerals, technogenic mineral raw materials

*Работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования 757.МОН.ГФ.15.РИПР.3: «Исследование вещественного состава и свойств хвостов обогатительных фабрик Жезказгана с целью оценки их перспектив для расширения минерально-сырьевой базы».

УДК 331.45:669.1

Г.Ю. Абдугалиева[1], М.К. Имангазин[2], У.А.Жекеева[2]
([1]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан,
[2]Казахско-Русский международный университет, Актобе, Республика Казахстан,
g_1102@mail.ru)

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, РАЗВИТИЯ И ОЦЕНКИ РИСКА АВАРИЙ НА МУГОДЖАРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Рассмотрены вопросы комплексной оценки состояния безопасности на опасных объектах Мугоджарского месторождения кварцевых песков в Актюбинской области. Проведён анализ возникновения и развития аварий. Дана оценка риска опасности и разработаны соответствующие блок-схемы возможных аварий и их развития. Рассчитана физико-математическая модель оценки риска аварий согласно « Общих правил взрывобезопасности для химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств».

Ключевые слова: горнодобывающая отрасль, месторождение песков, промышленная безопасность, окружающая среда, оценка риска опасности.

Мугоджарское месторождение кварцевых песков находится в Мугалжарском районе Актюбинской области, разрабатывается предприятием АО «Коктас». Орфографически месторождение приурочено к равнине Западного Примугоджарья, сложенной комплексом осадочных

пород мезокайнозоя. В 5-6км к востоку равнина резко (по зоне глубинного разлома) ограничивается Мугоджарскими горами (Западно-Мугоджарский хребет). Абсолютные отметки равнины изменяются (в юго-западном направлении) от 380 до 350м. Поверхностных водотоков и водоемов на месторождении и вблизи него не имеется. В районе месторождения (на значительном удалении от него) известны левые притоки реки Жем (Тасбулак, Узанкараганды). Климат района резкоконтинентальный. Характерным для района месторождения является резкая смена погоды и температуры в течение суток. Преобладающее направление ветра — восточное.

В районе ст.Мугалжар имеются разведанные месторождения строительного камня (диабазов) — Мугоджарское, Сартауское, кварцевых порфиров — Берчогурское, известняков — Утегенское, Сартауское. Эти месторождения эксплуатируются с выпуском фракционированного щебня, используемого в различных отраслях строительства.

Анализом условий возникновения, развития аварий на Мугоджарском месторождении кварцевых песков установлены следующие важные характеристики аварийных ситуаций.

1) Возможные причины возникновения и развития аварийных ситуаций.

К факторам, влияющим на возникновение аварии, относятся:

- нарушение технологических регламентов формирования параметров объектов карьера;
- недостаточный контроль за соблюдением технологии и правил промышленной безопасности при выполнении погрузочных работ;
- продолжительность эксплуатации оборудования, объектов;
- конструктивно-технологические факторы;
- горно-геологические факторы;
- воздействия природного и техногенного характера;
- эксплуатационные факторы;
- человеческие факторы.

В общем случае внутренними предпосылками-причинами возникновения и развития возможных аварийных ситуаций и инцидентов на карьерах могут быть:

- отказы и неполадки оборудования, технических устройств;
- ошибочные действия персонала;
- внешние воздействия природного и техногенного характера.

Отказы технологического оборудования в том числе из-за:

- неправильной эксплуатации оборудования или его неисправности;
- аварийного режима работы оборудования;
- несоблюдения графиков ТО и ППР;
- нарушений нормативных требований при проектировании и строительстве опасных объектов отдельных сооружений;
- заводских дефектов оборудования;
- коррозии и физического износа оборудования или температурной деформации оборудования;
- неисправностей приборов контроля и автоматики;
- разгерметизации оборудования, емкостей, трубопроводов, запорной арматуры при обращении с ГСМ.

Ошибочные действия персонала в том числе из-за:

- невыполнения требований действующих правил безопасности, технической эксплуатации, пожарной безопасности, технологических регламентов, должностных и производственных инструкций по охране труда и технике безопасности и других нормативных документов, регламентирующих безопасную и безаварийную работу оборудования, установок и механизмов;
- допуска к обслуживанию опасных производств, оборудования и механизмов необученного, не аттестованного, не проинструктированного персонала;
- отсутствия должного контроля за строгим выполнением утвержденных норм технологических режимов работы оборудования и установок;
- отступление от проектных параметров ведения горных работ;
- некачественной подготовки технологического оборудования к проведению ремонтных и огневых работ;
- нарушений регламента при проведении ремонта и демонтажа оборудования (механические повреждения, дефекты сварочно-монтажных работ);

- нарушений установленного порядка и условий хранения и охраны взрыво-пожароопасных веществ;
- несоответствия квалификации выполняемым функциям, а также недостаточной компетентности инженерно-технических работников.

Воздействия природного и техногенного характера в том числе из-за:

- грозовых разрядов;
- весенних паводков и ливневых дождей;
- снежных заносов и понижения температуры воздуха;
- прорывы воды и плывунов в карьер;
- наличие тектонического нарушения массива горных пород.

В подавляющем большинстве случаев причины аварийных ситуаций обуславливаются человеческим фактором – недостаточной компетенцией, безответственностью должностных лиц, грубейшими нарушениями производственной и технологической дисциплины, невыполнением элементарных требований техники безопасности и проектных решений, терпимым отношением к нарушителям производственной дисциплины

2) Сценарии возможных аварий:

- поражение электротоком персонала при ремонте и обслуживании электрооборудования;
- пожар при заправке дизельного топлива технологического оборудования в карьере из передвижной заправочной станции.

3) Количество опасных веществ

Из анализа условий возникновения и развития аварий на объектах Мугоджарского месторождении кварцевых песков видно, что количество опасных веществ равно объёму применения их в производственном цикле: дизельное топливо для заправки горнотранспортных машин в количестве 6,0 тонн, бензин АИ-80 – 0,5 тонн.

4) Физико-математические модели и методы расчета (обоснование применяемых для оценки опасностей физико-математических моделей и методов расчета)

Для расчетов применены формулы, таблицы и графики, изложенные в разделе «Общие принципы количественной оценки взрывоопасности технологических объектов (стадий, блоков)» [1] и раздела 4 [1], а также источника [2].

«При полной (катастрофической) разгерметизации технологического баков экскаватора (погрузчика, бульдозера) максимальное количество вышедших светлых нефтепродуктов из единицы оборудования составит 1,0 тонну и будет ограничено площадью 500 м^2. Площадь испарения разлившегося нефтепродукта также составит 500 м^2.

Количество (масса) паров легковоспламеняющейся жидкости (ЛВЖ) с поверхности разлившегося нефтепродукта составит:

$$Gп = W \cdot Fи \cdot Tп,$$

где Тп - время полного испарения, Тп=3600 с; W – интенсивность испарения, кг/с·м^2, определяем по справочным и экспериментальным данным или по формуле:

$$W = 10^{-8} \cdot \eta \cdot \sqrt{M}\ Pн = 1{,}12 \cdot 10^{-3}\ кг/с \cdot м^2,\ Fи = 500\ м^2.$$

Тогда,

$$Gп = W \cdot Fи \cdot Tп = 1{,}12 \cdot 10^{-3} \cdot 500 \cdot 3600 = 2016\ кг.$$

Энергия сгорания парогазовой фазы (ПГФ), образующейся из пролитой нефти:

$$Eпгф = Gп \cdot qлвж = 2016 \cdot 40 \cdot 10^3 = 80{,}64 \cdot 10^6\ кДж,$$

где qлвж = ср. теплота сгорания ЛВЖ= 40·10^3 кДж/кг.

Масса горючих паров, участвующих во взрыве равна: Мв=m·Z,

где Z - доля участия массы паров во взрыве .

Для неорганизованных паровоздушных смесей ЛВЖ в незамкнутом пространстве при скорости перемещения воздушных масс (ветра) менее 1 м/с (штиль) принимаем Z = 0,02.

Для производственных помещений для ЛВЖ и горючих жидкостей (ГЖ) принимаем Z=0,3. Тогда,

$$Мв= m \cdot Z= 2016 \cdot 0,02 = 40,32 \text{ кг.}$$

Общий энергетический потенциал взрывоопасности (Е) для данного случая принимаем равным энергии полного сгорания приведенной массы ПГФ с учетом коэффициента участия Z от общей массы паров, но без учета адиабатического расширения парогазовой фазы в условиях открытой системы (давление менее 0,07 МПа).

$$E=E_0 \cdot Z=80,64 \cdot 10^6 \cdot 0,02 =1,61 \cdot 10^6 \text{ кДж.}$$

Общая масса горючих паров, приведенная к единой удельной энергии сгорания E_0 , равной 46000 кДж/кг составит:

$$m= E_0/4,6 \cdot 10^4 = 1,61 \cdot 10^6 / 4,6 \cdot 10^4 = 35 \text{ кг, что коррелирует с Мв=40,32 кг.}$$

По графику зависимости Qв и радиуса разрушений Rp от энергетического потенциала взрывоопасности определяем вероятный радиус разрушений от общей приведенной массы: Rp = 5,2 м.

На данном радиусе от эпицентра возможно повреждение оборудования и травмирование персонала, что и определяет повышенные требования взрывобезопасности, определенные в [2].

Пожарный щит и противопожарные принадлежности, внутриплощадочные проезды располагаются на безопасном расстоянии равном 10м от опасных объектов (транспорта).

Относительный энергетический потенциал определяем по формуле:

$$Qв= 1/16,534 \cdot \sqrt[3]{E} = 1/16,534 \cdot \sqrt[3]{1,61 \cdot 10^6} = 0,06 \cdot 117 = 7,02.$$

Оценка риска аварий и чрезвычайных ситуаций.

Последствия аварий и чрезвычайных ситуаций опасных объектов на Мугоджарском месторождении кварцевых песков могут привести:

- пожар при заправке дизельного технологического оборудования в карьере из передвижной заправочной станции - к повреждению оборудования, получению ожогов, травм и, возможно, к гибели людей, загрязнению почвы разлившимся дизельным топливом, атмосферного воздуха продуктами горения. Последствия при пожаре могут быть незначительными и привести к загрязнению окружающей среды: почвы и грунта, поверхностных и грунтовых вод, атмосферного воздуха в радиусе 5,2 м. Эти последствия не приведут к значительному изменению физико-химического состава почвы и грунта, деградации растительности, накоплению токсических элементов в растениях, к загрязнению воды токсичными веществами, к загрязнению воздуха токсичными соединениями и заболеванию людей и животных.

Зоны действия основных поражающих факторов приведенных сценариев аварий находятся:

- при ремонте и обслуживании электрооборудования - поражение электротоком персонала происходит в зоне производства работ с электрооборудованием;
- при пожаре в момент заправки дизельного технологического оборудования в карьере из передвижной заправочной станции – зависит от объема разлившегося дизельного топлива и радиуса распространения огня, в нашем случае это радиус распространения 5,2 м.

Санитарно-защитная зона, установлена согласно Санитарно-эпидемиологических правил и норм «Санитарно-эпидемиологические требования к проектированию производственных объектов» в размере 1000 м, включая всю территорию карьеров.

Число пострадавших:

- при поражении электротоком пострадавших 1 человек;
- при пожаре в момент заправки дизельного технологического оборудования в карьере из передвижной заправочной станции пострадавших возможно 1-2 человека.

Блок-схемы вероятных сценариев возникновения и развития аварий представлены на рисунках 1 и 2.

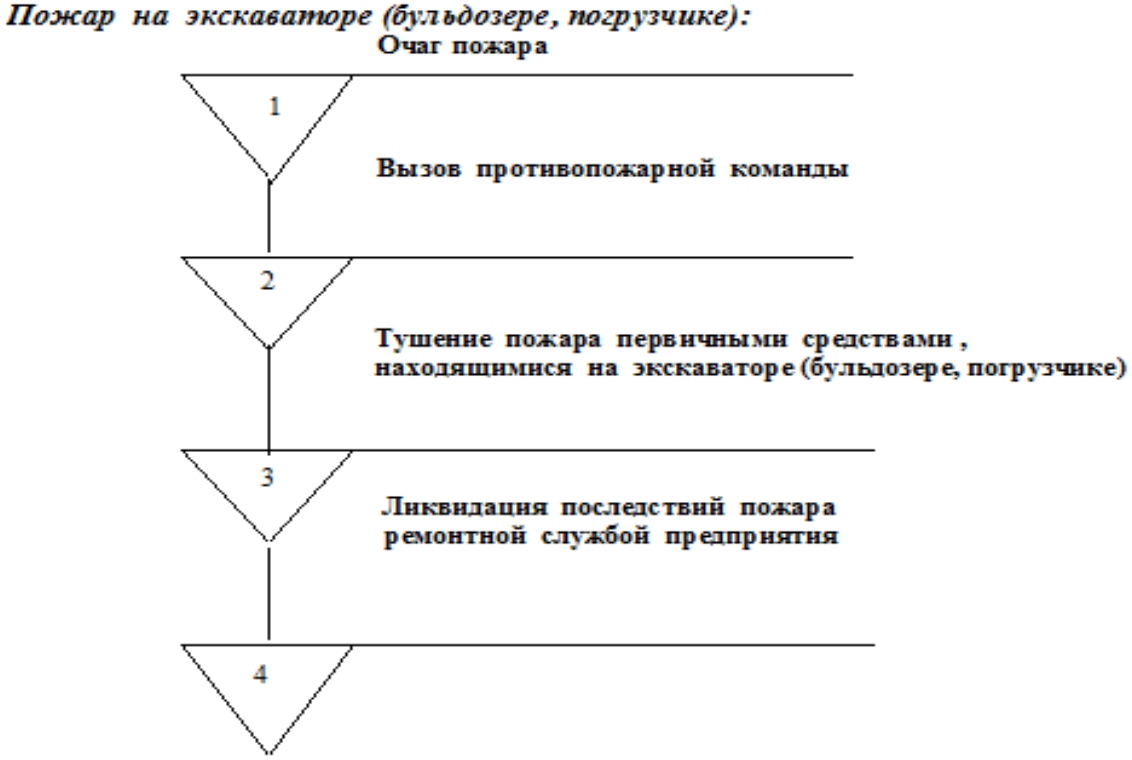


Рис. 1. Блок-схема вероятного развития аварии при пожаре на горнорудной технике

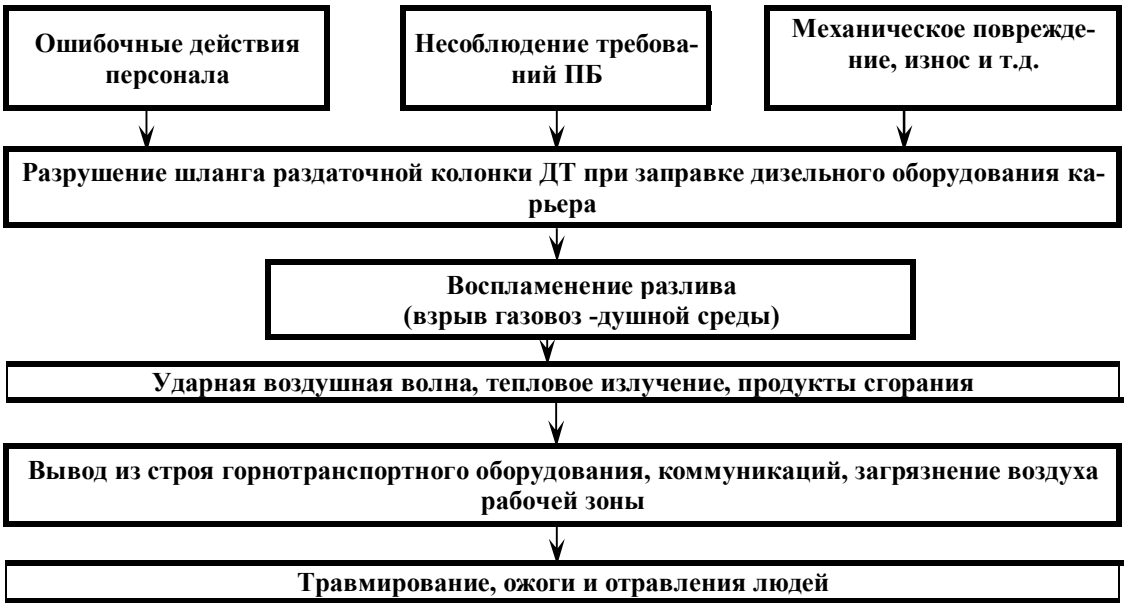


Рис. 2. Блок-схема вероятного развития аварии при заправке техники дизельным топливом

Выводы

1) Основные результаты анализа опасностей и риска

Наиболее вероятными авариями могут быть:

- обрушение уступов карьера, обусловленные нарушением норм технологического режима;
- механические повреждения, вызванные частичным или полным износом оборудования или отдельных деталей;
- аварии, вследствие организационно-технических ошибок персонала, обусловленные несоблюдением правил проведения горных работ;

• пожары на горно-транспортном оборудовании, вызванные несоблюдением инструкции по противопожарной безопасности;

• стихийные бедствия, вызванные природными и техногенными, явлениями;

• загрязнение окружающей природной среды (почвы и грунта, поверхности грунтовых вод, атмосферного воздуха);

• розлив и возгорание ГСМ, вызванные несоблюдением правил хранения и использования горюче-смазочных материалов (ГСМ).

Степень риска аварий, по рассмотренным сценариям аварий ***можно считать приемлемой.*** Учитывая достаточную удаленность карьера от селитебной зоны, предполагаемые аварии будут носить локальный характер и не будут выходить за его пределы.

На основании анализа опасностей и риска возможных аварий, анализа предусмотренных в проекте мероприятий, направленных на предупреждение аварийных ситуаций, представляется возможным сделать вывод, что при соблюдении проектных решений, установленных норм и правил охраны труда, техники безопасности и технической эксплуатации еще более снизит степень риска возникновения аварий и несчастных случаев на объектах АО «Коктас».

2) Перечень разработанных мер по уменьшению риска возможных аварий:

• соблюдение проектных параметров карьеров, рабочих площадок, уступов;

• контроль за исправностью топливно-заправочной аппаратуры;

• обучение персонала действиям в аварийных ситуациях;

• электробезопасность и т д.;

• выполнение технических и организационных мероприятий по снижению рисков и обеспечение технической, пожарной и экологической безопасности проведение обучения и проверка знаний, в том числе «Плана ликвидации аварийных ситуаций»;

• соблюдение графика противоаварийных тренировок;

• соблюдение производственных инструкций;

• своевременная замена огнетушителей;

• обеспечение эффективности производственного надзора и производственного контроля;

• обеспечение спецтехникой, финансовыми и материальными ресурсами на случай возможной аварийной ситуации;

• обновление средств первой медицинской помощи;

• содержание в постоянной готовности средств связи и оповещения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Общие правила взрывобезопасности для химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (ОПБВХП-88).

[2] Методика оценки последствий аварийных взрывов топливо-воздушных смесей», М., НТЦ«Промышленная безопасность»,1993 г.

Әбдуғалиева Г.Ю., Иманғазин М.Қ., Жекеева У.А.

Ақтөбе облысында Муғоджар кварц құмы кенорнындағы апаттардың туындауы мен даму жағдайларын және тәуекелділігін бағалауды сараптау

Түйіндеме. Мақалада Ақтөбе облысында орналасқан Муғоджар кварц құмы кенорнындағы қауіпті объектілердегі қауіпсіздік жағдайын кешенді бағалау мәселелері қарастырылған. Апаттардың туындауы және дамуына талдау жасалды. Қауіп-қатердің тәуекелділігін бағалау берілген және ықтимал апаттар мен оның дамуының тиісті блок-схемасы жасалды. «Химиялық, мұнай-химиялық және мұнай өңдеу өндірістеріне үшін Жалпы жарылыс қауіпсіздігі қағидаларына» сәйкес апаттардың тәуекелділігін бағалаудың физика-математикалық моделі есептелді.

Түйінді сөздер: тау-кен өндірісі саласы, құм кенорны, өнеркәсіптік қауіпсіздік, қоршаған орта, қауіп-қатердің тәуекелділігін бағалау.

Abdugaliyeva G.Yu., Imangazin M.K., Zhekeeva U. A.

Analysis of conditions of emergence, development and assessment of risk of accidents on the mugodzhar field of quartz sand of the aktyubinsk region

Summary. In the article the questions of an integrated assessment of safety at hazardous installations Mugodzhar deposits of quartz sand in Aktobe region. The analysis of the emergence and development of accidents. Assessed risk and developed appropriate block diagrams of possible accidents and their development. Calculated physico-

mathematical model of evaluation of risk according to "General rules of explosion safety for chemical, petrochemical and refining industries".

Key words: the mining sector, deposits of sand, industrial safety, environment, risk assessment of risk.

УДК 550.837 (043)

М.У. Алиханов, М.И. Джукебаев
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, madi_ali_92@mail.ru)

КОМПЛЕКС ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ РУД

Аннотация. В статье представлены результаты геофизических работ, проводимых в пределах Центрального Казахстана (месторождение Узынжал) для обоснования оптимального комплекса геофизических исследований при поисках сульфидных месторождений. Основное внимание уделено методике и результатам электроразведочных и гравиразведочных работ.

Ключевые слова: свинцово-цинковые руды, поисковые работы, электроразведка, поляризуемость, сопротивление, геоэлектрический разрез.

Минерально-сырьевая база - это важный источник экономического развития РК в ближайшие десятилетия. При этом одними из основных видов полезных ископаемых для Казахстана (кроме нефти и газа) остаются золото, медь, цинк, свинец, уран и т.д. В поиске и разведке указанных полезных ископаемых среди геофизических методов эффективным методом является электроразведка и ее модификации.

Комплекс опытно-методических электроразведочных работ проводился на участке «Центр», расположенный в Карагандинской области (рис.1).

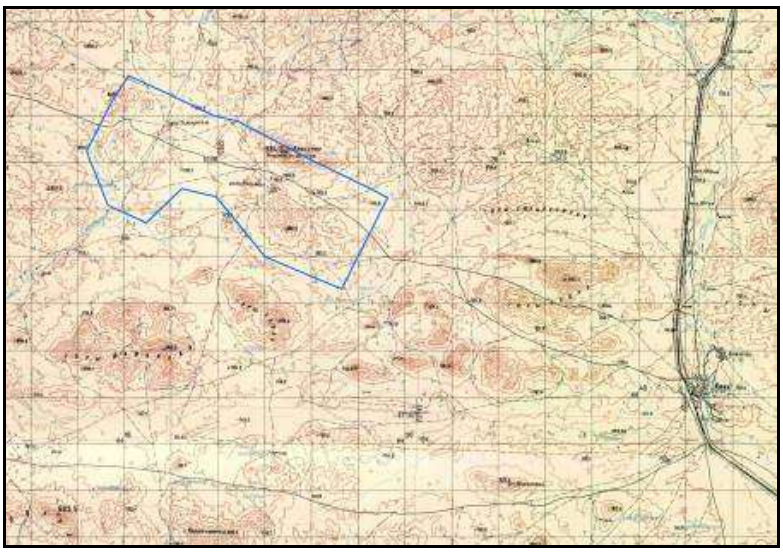


Рис. 1. Район электроразведочных работ

В процессе работ необходимо было решить ряд методических задач:

- оценка эффективности методов ДЭЗ-ВПи АМТ при поисках свинцово-цинковых руд в условиях наличия геологических помех (рыхлых отложений, углифицированных пород, существенной изменчивости вмещающих пород по электрическим свойствам);

- определение оптимальных параметров сети при выполнении поисковых работ на глубинах до 1000 м;

- определение оптимальных параметров обработки и интерпретации при выполнении поисковых работ;

- анализ влияния техногенных помех от промышленных объектов (работающие скважины, ЛЭП и т.д.), определение ограничений в использовании АМТ и ДЭЗ-ВП;

- определение применимости методов для решения структурных геологических задач при проведении поисковых работ.

Решение указанных задач проводилось следующими модификациями электроразведочного метода:

- Вызванная поляризация – срединного градиента (ВП-СГ).

- Дипольного электрического зондирования в модификации вызванной поляризации (ДЭЗ-ВП).

- Профильного аудиомагниттеллурического зондирования(АМТЗ)

Электромагнитные наблюдения с помощью АМТЗ проводились с использованием 9 станций, состоящих из 5-ти канальных регистраторов MTU-5AM KIT, 27 магнитных датчиков (для измерений 3-х компонент магнитного поля) и 45-ти неполяризующихся электродов для взаимно перпендикулярного приемного диполя (для измерения 2-х компонент электрического поля)[5].

Для измерения удельного электрического сопротивления и поляризуемости по методу ВП-СГ применялась стандартная установка, состоящая из приемного диполя (длиной 20 м) и питающей линии (АВ=2000 м)[4].

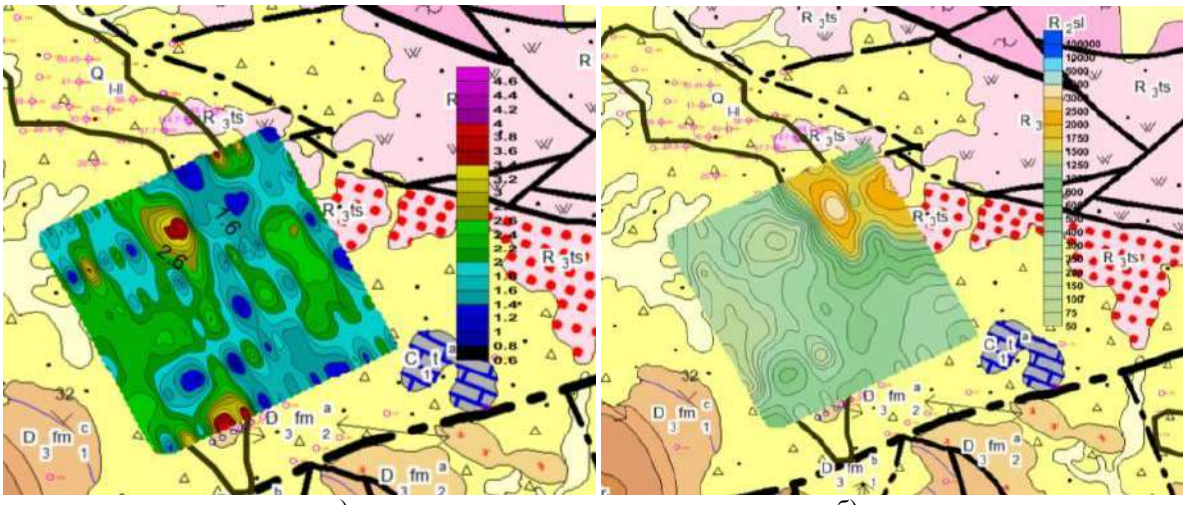
В процессе выполнения электроразведочных работ ДЭЗ-ВП была использована следующая аппаратура системы ВП:

- GDD IP Transmitter 5kW (Instrumentation GDD, Канада);

- GDD IP Receiver Model GRx8-32-16-канальный ресивер.

Опытные электроразведочные работы методом ВП-СГ проводились на участке на 6 профилях. Ориентация профилей идентична положению гравиразведочных профилей (направление вкрест простирания основных рудных тел – ЮЗ-СВ). Длина профилей – 1600 м. По результатам проведенных исследований построены карты распределения значений поляризуемости и сопротивлений с использованием программы Surfer (рис.2). При этом на карте распределения значений поляризуемости сечение изолиний проведены через 0,2 %, а на карте значении сопротивления - через 25, 50, 250, 500, 1000 в зависимости от изменения интенсивности поля.

Как видно из карты (рис.2б) высокими значениями сопротивления характеризуется горная часть изучаемой площади (от 1500 до 10000 Омм и выше). Это связано с кварцовидными песчаниками, кварцитами и слюдистыми кварцитами. Более низкими значениями (ниже 1500 Омм) характеризуются песчанники, песчанные известняки, алевролиты, сланцы. Указанные особенности распределения значений удельного электрического сопротивления позволяет изучить и определить параметры погребенного рельефа палеозоя в условиях развития мощных глинистых отложений кайнозоя.



а) б)

Рис. 2. Карты-схемы поляризуемости (а) и сопротивлений (б) по данным метода ВП-СГ.

На рис 2а, где приведена карта-схема поляризуемости, повышенные значения поляризуемости в юго-западной части исследуемой площади показывают наличие на участке работ зон содержащих вкрапленности пирита.

Для проведения опытных электроразведочных работ (методы ДЭЗ-ВП иАМТ) были отработаны 3 профиля №7 и №8 на Центральном участке и №9 на Северо-Западном. Профили ориентированы в северо-восточном направлении и пересекают рудные зоны на обоих участках. Для отработки двух аномальных участков повышенных значений локального гравитационного поля профили №8 и №9 продлены на юго-запад от рудного поля.

По результатам обработки данных ДЭЗ-ВП и АМТ по этим профилям были созданы числовые данные для проведения процедуры расчета инверсий. Расчет инверсии по данным ДЭЗ-ВП проводился с использованием программы ZondRes2D [6]. Результат расчета – разрезы параметров сопротивлений и поляризуемости.

Расчет инверсий по данным АМТ проводился с использованием программ MTS_PROF, MTS_PROF_INV фирмы «Северо-Запад» (г.Москва)[7]. Результат расчета – разрезы удельного электрического сопротивления.

Совместная интерпретация данных АМТ и ДЭЗ-ВП проводилась в программе ZondMT2D. Результат расчета – разрезы удельного электрического сопротивления (рис.3).

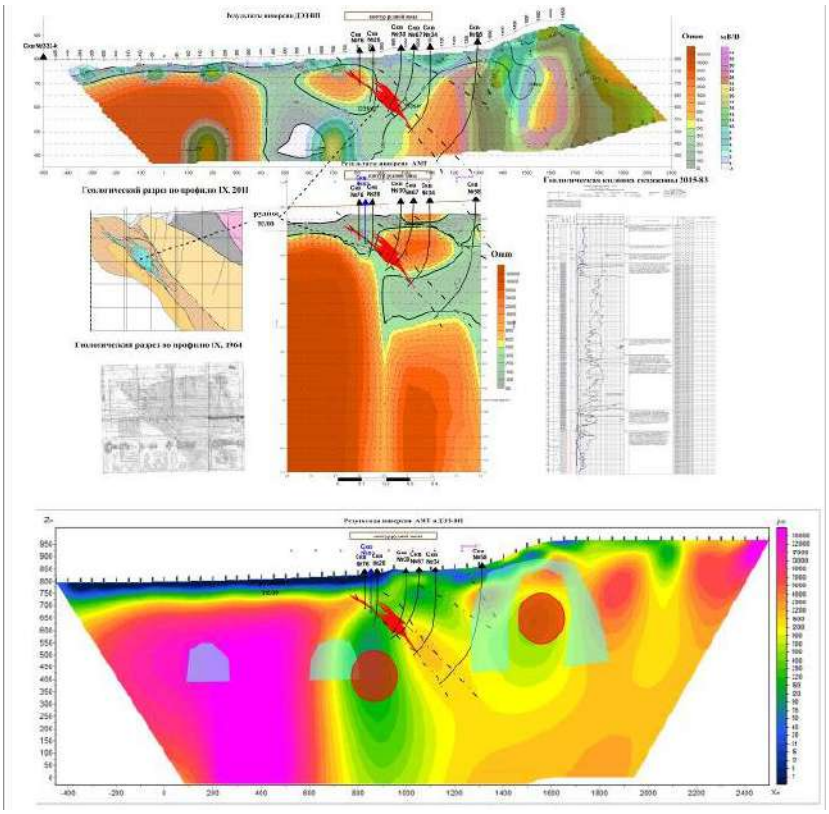


Рис. 3. Результаты электроразведочных работ ДЭЗ-ВП и АМТ по профилю №7

Как видно из рис.3, аномалии низкого сопротивления, связанные с рудной зоной, приводят к появлению трехмерных искажений на кривых аудиомагнитотеллурических зондирований и, как следствие, ошибкам в инверсии. На геоэлектрических моделях возникают зоны низкого сопротивления, уходящие на большие глубины. Правильному определению мощности проводящей зоны помогает совместная двумерная инверсия магнитотеллурических данных и данных ДЭЗ-ВП.

При построении результативных карт использовались геологические разрезы и геологическая карта, а также данные площадных гравиметрических и магнитометрических исследований в 2015 году (вертикальные градиенты гравитационного и магнитного полей, карта районирования по данным гравиразведки).

Разрезы УЭС и поляризуемости, построенные по данным метода ДЭЗ-ВП отражают геоэлектрическое строение среды до глубины 400м, по данным интерпретации АМТ до 800м.

На геоэлектрических разрезах, по профилям АМТ и ДЭЗ-ВП, выделен ряд проводящих зон (зоны низких значений УЭС). Морфология и положение их в разрезе, позволяют рассматривать данные тела в качестве «перспективных интервалов» и зон возможной локализации оруденения. Сопоставление зон повышенной проводимости с имеющимися данными по геологии района позволяет связывать формирование этих зон с вулканогенно-осадочным, гидротермальным и гидротермально-метасоматическим процессами, что позволяет обосновать их рудный характер.

Зоны тектонических нарушений, как правило, также характеризуются более низкими сопротивлениями, чем вмещающие породы. Это может быть связано, как с высокой трещиноватостью и обводненностью горных пород в зоне разлома, так и с наличием графитизированных пленок или зон пиритизации.

Геоэлектрические разрезы по профилям в целом высокоомные. В самой верхней части разрезов выделяется проводящий слой небольшой мощности (от 10 до 100 м), отвечающий рыхлым четвертичным отложениям.

Высокоомный геоэлектрический комплекс на геоэлектрических разрезах профилей, судя по геологической карте, сложен породами девона. Мощность этого комплекса не определена. Нижняя граница этого комплекса в основании имеет сопротивление около 2000-3000 Омм, которое уже может отвечать следующему геоэлектрическому комплексу, сложенному породами нижнего девона. В целом же, геоэлектрический комплекс имеет сопротивление более 5 000 Омм.

По результатам совместной инверсии АМТ и ДЭЗ-ВП геоэлектрический разрез можно разделить на 3 части (рисунок 3):

1. Область высоких значений УЭС связанную с непроводящими породами (значения УЭС от 500 Омм и более).

2. Область низких значений УЭС (ПК 800-1000, значения УЭС до 400 Омм), характеризуется наличием проводящей зоны на всем интервале глубин разреза. Рудное тело, по данным бурения, находится в верхней части разреза в проводящей зоне.

3. Область значений УЭС со сложным распределением параметра (ПК 1000-2400). Диапазон изменений значений УЭС от 100 до 2000 Омм.

В этой части профиля присутствуют как аномалии с низкими значениями УЭС (до 200-300 Омм), так и отмечаются участки с высокими значениями (до 2000 Омм). В геологическом отношении это зона разреза имеет сложную морфологию, в которой присутствуют высокоомные породы с наложением участков проводящих пород.

Основным результатом работ является отработка методики и техники электроразведочных работ, применяемых для поисков свинцово-цинковых руд, повышение геологической информативности геофизических материалов. Полученные результаты показывают, что методы электроразведки одинаково чувствительны, как к хорошо проводящим, так и к высокоомным объектам, при наличии мощного чехла кайнозойских отложений. Это существенно расширяет спектр решаемых им задач.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Блох, Ю.И. Низкочастотная индуктивная электроразведка при поисках и разведке магнитных руд/Ю.И.Блох, Е.М.Гаранский, И.А.Доброхотова и др. -Москва: Недра, 1986.

[2] Бродовой, В.В. Геофизические методы разведки рудных месторождений /В.В.Бродовой, В.Д.Борцов, Л.Е.Подгорная, Д.В.Титов и др. - Москва: Недра,1990 - 296с.

[3] Жамалетдинов, А.А.Графит в земной коре и аномалии электропроводности. Физика Земли. - 1996. - № 4. - с.12-29.

[4] Куликов, А.В. Методические рекомендации по применению аппаратуры для низкочастотной фазовой электроразведки. Москва, 1985.

[5] Куликов, В.А. Практическое применение магнитотеллурических методов в рудной геофизике / В.А.Куликов, А.Г.Яковлев // Разведка и охрана недр. 2011. - № 3. - с.26-33.

[6] http://www.kaminae.narod.ru/ZondRes2DSite.htm

[7] http://nw-geophysics.ru/

Әліханов М.У., Джукебаев М.И.

Қорғасын-мырыш кенін іздеудегі элкетробарлау әдістер кешені

Түйіндеме. Магистерлік диссертацияда Орталық Қазақстан жерінде (Ұзынжал кенорны аумағында) сульфидті кенорындарын барлауда қолданылатын кешенді геофизикалық зерттеу әдістерін негіздеу үшін жүргізілген геофизикалық жұмыстар нәтижелері келтірілген. Мақалада электрбарлау және гравибарлау әдістерінің әдістемесіне және нәтижелеріне басты назар аударылған.

Түйін сөздер: қорғасын-мырыш кендері , іздеу жұмыстары, электрбарлау , поляризация , кедергі , геоэлектрлік қима.

Alihanov M.U., Dzhukebaev M.I.

Complex methods of electrical looking for lead-zinc ore

Summary. The article presents the results of geophysical work carried out within the Central Kazakhstan (Uzynzhal field) to support the optimum combination of geophysical investigations in the search for sulfide deposits . The emphasis is on the methodology and results of electro and gravirazvedochnyh work .

Key words: lead-zinc ores , prospecting , electromagnetics , polarizability , resistance , resistivity section .

УДК 911.3

[1]А.А. Саипов, [2]Б. Тасболат, [1]Б.Ж. Изенбаев

([1]ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, Астана, Республика Казахстан, saipov1954@mail.ru

[2]Международный казахско-турецкий университет им. Х.А.Ясави, baigeo-55@mail.ru)

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И УРОВЕНЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы охраны природных ресурсов и их использование. Наряду с многоаспектными проблемами рационального природопользования указываются, что для успешного решения проблем охраны природных ресурсов в Казахстане необходимо привлечение международного опыта решения подобных проблем, выполенение совместных экологических программ и проектов, привлечение средств для решения задач защиты недр и окружающей среды, а также населения.

Ключевые слова: природные ресурсы, охрана природы, недр земли, рациональный использования

Современное мировое хозяйство, неотъемлемой частью которого является экономика Казахстана, претерпевает изменения в технологическом, экономическом, социальном и других отношениях. Это способствует активизации международного перемещения капиталов, ускорению формирования единой системы международных связей. Усиление глобализации экономики тесно связано с либерализацией внешнеэкономических связей.

Природные ресурсы включают в себя огромное число объектов, тел, явлений и сил природы, ограничимся в нашем обзоре лишь вопросами использования воды, лесов и минерального сырья. Подобный подбор обусловлен помимо их тесной взаимосвязи еще и тем, что данные природные ресурсы играют исключительно важную роль для Республики Казахстан. Дефицит водных ресурсов является одной из основных национальных проблем. Леса, покрывающие всего лишь 4,5 % территории республики, являются естественными хранителями уникального генофонда диких растений и животных. Минерально-сырьевой комплекс играет ключевую роль в экономике Казахстана, на его долю приходится около 60% продукции, выпускаемой в Казахстане [1].

Лесной фонд Республики Казахстан занимает более 26 миллионов гектар, из них покрытая лесом площадь составляет 12,3 миллиона, что определяет лесистость территории страны равной 4,5 %.

Наиболее ценные хвойные (1687 тыс.га) и лиственные (1469 тыс.га) леса занимают всего 1,2 % территории республики и расположены островными массивами и урочищами по склонам южных и восточных гор, северного и центрального мелкосопочника, песчаным лентам Прииртышья, гидроморфным долинам рек и представляют собой реликтовые экосистемы, характеризующиеся слабой устойчивостью. Наибольшей уязвимостью к природным и техногенным воздействиям характеризуются хвойные леса, составляющие лишь 15,2% от площади всех лесов, но которые потенциально остаются основной базой промышленных лесозаготовок.

Несмотря на незначительную площадь, леса республики выполняют важные климаторегулирующие, средообразующие, поле- и почвозащитные, водоохранные и санитарно-гигиенические функции и являются естественными резерватами 86 % биологического разнообразия страны.

Сосновые леса (боры) Северо-Запада, ленточные боры Прииртышья и елово-пихтовые леса Востока в смеси с березой, плодовыми древесными породами и кустарниками формируют наиболее ценные по своему рекреационному, эстетическому, оздоровительному и средозащитному значению ландшафты, а их использование в качестве основного источника древесного сырья является наименее эффективным экономически и наиболее опасным экологически способом использования лесных ресурсов.

Интенсивная эксплуатация хвойных лесов в прошлом, а также крупные лесные пожары 1996-2003 годов особенно в Павлодарской, Восточно-Казахстанской, Акмолинской, Алматинской и Костанайской областях, привели к уменьшению площадей хвойных массивов на 30%, снижению запасов древесины и значительной утрате защитных, водоохранных, рекреационных и других полезных свойств лесов, резкому ухудшению их санитарного состояния, развитию процессов остепнения и опустынивания.

За последние годы объемы работ по посадке и посеву леса в целом по республике сократились с 69,7 (1992 г.) до 30 тыс. га в 2013 г.

В связи с резким ухудшением состояния и структуры лесов Правительством Республики Казахстан в 2002-2004 гг принят ряд решений по поддержке и оздоровлению лесной отрасли, главными из которых являются запрещение экспорта пиломатериалов и объявление 10 летнего моратория на рубки главного пользования хвойных пород, а также увеличение в двое финансирования мероприятий по охране, защите и лесовосстановлению.

Помимо недостаточного государственного финансирования лесного хозяйства, основными причинами проблем лесной отрасли остаются:

- несовершенство лесной политики, направленной преимущественно на повышение продуктивности лесов и использования их только как источника древесного сырья, а также системы управления лесами, ориентированной исключительно на государственные институты, осуществляющие функции владения и распоряжения лесами без широкого вовлечения в данную сферу населения и органов самоуправления, а также частного предпринимательства;

- недостаток инновационных технологий по ускоренному выращиванию качественного посадочного материала, в том числе с применением методов генной инженерии, эффективных приемов лесовосстановления и создания частных лесопромышленных плантаций из быстрорастущих древесных пород.

В нашей республике основными водопотребителями являются жилищно-коммунальное хозяйство и промышленность, причем на хозяйственно-бытовые нужды идет основная масса забираемой воды. Как показывают исследования, качество подземных вод республики большинства водоносных горизонтов и комплексов соответствует нормативным требованиям. Ухудшение их качества выражается в увеличении общей минерализации, содержания соединений азота, хлоридов, тяжелых металлов; появлении нефтепродуктов, фенолов, неприятно пахнущих и легкоокисляющихся органических веществ.

В них поставлены задачи сохранения природных ресурсов и улучшения состояния окружающей среды. Для успешного решения экологических проблем в Казахстане необходимо привлечение международного опыта решения подобных проблем, выполнение совместных экологических программ и проектов, привлечение средств для решения задач не только эксплуатации, но и защиты недр и окружающей среды, а также населения.

Для повышения эффективности традиционных добывающих секторов, по Посланию Президента Н. Назарбаева народу Казахстана, необходимы новые подходы к управлению, добыче и переработке минерального сырья. Республика располагает основными видами *минерально-сырьевых ресурсов* для обеспечения текущих и перспективных, внутренних и внешних потребностей [3,4]. В традиционных отраслях будет осуществлен переход на выпуск продукции высоких переделов, получат развитие инжиниринговые услуги как база наукоёмкой экономики. В структуре минерально-сырьевой базы более 70% занимают топливно-энергетические ресурсы, представленные нефтью, углем, газом, 10% - нерудное сырье, 20% - черные, цветные и редкие металлы [5]. В Послании отмечено, что Казахстан должен выйти на мировой рынок в области геологоразведки для обеспечения сырьевой базы, для это-

го следует привлекать инвестиции зарубежных инжиниринговых компаний, упростив законодательство. На средне- и долгосрочную перспективу приоритетными являются проблемы: обеспечения ресурсосырьевой базы МСК [6]; достаточных разведанных запасов некоторых руд черных и легирующих металлов, а также объемов остродефицитных видов неметаллического сырья; создания поисково- разведочного задела; создания единой системы учета и оценки природных ресурсов, повышения уровня рационального и эффективного их использования, охраны и воспроизводства, совершенствования нормативно-правовой базы природопользования и охраны окружающей среды в соответствии с Концепцией по переходу к зеленой экономике к 2030 г.

Из 10 глобальных вызовов 21 века, отмеченных Президентом Казахстана Н.А.Назарбаевым, шестой вызов относительно исчерпаемости природных ресурсов напрямую касается развития минерально-сырьевого комплекса (МСК), деятельность которого базируется на широкомасштабном использовании природно-ресурсного потенциала страны. От того, как в дальнейшем будет развиваться МСК, во многом зависит поступательное развитие национальной экономики. Согласно плану *третьей фазы индустриализации* в конкурентоспособных отраслях необходимо увеличение внутреннего потребления горно-металлической продукции и создание новых рыночных ниш для отечественных производителей. В связи с этим в МСК необходимы модернизация и обновление основных фондов, внедрение новой системы управления природными ресурсами с учетом глобальных вызовов, развитие экспортного потенциала отраслей реального сектора национальной экономики, совершенствование транспортной инфраструктуры и т.д. [7,8].

В недрах страны содержится практически весь комплекс полезных ископаемых – топливно-энергетические, металлургические, горно-химические и другие виды минерального сырья. Из добываемых в мире 11 млрд. т минералов, на долю республики приходится более 250 млн. тонн, что обеспечивает ей 11-е место в мире. По 37 видам этой продукции страна занимает с 1-го по 19-е места. Республика занимает: первое место в мире – по запасам серебра и хромитов; четвертое – меди, цинка, марганца; шестое – свинца и железа; седьмое – кобальта; восьмое – золота. В настоящее время страна является крупнейшей в мире по добыче металлов (железо, хром, ферросплавы, сталь, бокситы). Особую роль для экономики Казахстана играют запасы природного урана, по которым республика входит в четверку крупнейших продуцентов (18% всех мировых запасов). Аналогичные позиции страна занимает и по добыче данного сырья. Запасы урановых руд страны учтены по 55 месторождениям, 70% из них пригодны для отработки способом подземного выщелачивания.

Рассмотрим нефтегазовую сферу нашей страны, в ней, несмотря на высокие темпы роста добычи, существует диспропорция в развитии перерабатывающих мощностей. Проблему нельзя сводить к простому преодолению дефицита моторного топлива. Республике нужны по-настоящему рыночно-ориентированные нефтехимические комплексы с охватом потребностей как внутреннего, так и внешнего рынков. Существующие нефтеперерабатывающие заводы не обеспечивают современный уровень продукции даже в узкотопливной сфере, где интересы макроинвесторов будут превалировать по экспорту значительной части произведенной продукции. Хотя до последнего времени утверждали об установлении госконтроля над всеми тремя нефтеперерабатывающими заводами, но «провозглашенная» псевдогосударственная монополия разрушается мировым кризисом, жестким дефицитом и ростом цен, т. е. экзогенными факторами и, в немалой степени, деструктивной элемент будет вносится новым рынком и правилами Таможенного союза. Возросла настоятельная необходимость создания нефтехимических заводов с уровнем переработки нефти и газа в 90–100 %. С учетом больших планов освоения шельфа Каспия нужно вести речь не о бензине, мазуте и солярке, а о полном комплексе нефтепереработки. Несомненно, форсирование нефтеперерабатывающих баз мирового значения в соседнем Китае, ориентированных не столько на внутренний, сколько на внешней рынок, будет серьезно тормозить развертывание нефтехимического комплекса в республике. Тем более, сегодня компании из КНР контролируют до 40% всей нефтегазовой сферы Казахстана.

Рост поступления нефтедолларов и укрепление экономического потенциала в Казахстане закономерно расширяют возможности поисков внешних рынков для выгодного вложения капиталов и решения вопроса диверсификации нефтегазового комплекса. Это относится, прежде все, к акциям национальной компании КазМунайГаз (КМГ), главного оператора республики по нефтегазовому менеджменту. Выход национальный компании на международную арену – факт многозначительный, ставятся цели по развитию портфеля активов в секторе разведки, добычи и переработки нефти и газа не только в Казахстане, но и за рубежом. В декабре 2005 г. КМГ через дочерний КазТрансГаз выку-

пил активы грузинской газораспределительной компаний «Тбилгаз». Сделка предполагала расширение сферы влияния КМГ на международном рынке энергоресурсов. В проект было инвестировано 100 млн. долл. У компании «КазТрансГаз – Тбилиси» в связи с трудностями сбора платежей и споров по стоимости закупаемого газа со временем возросли долги. Грузинское правительство было вынуждено передать этот актив на внешнее управление. Неудачной оказалась покупка Херсонского нефтеперерабатывающего завода: завод был постройки 30-х годов прошлого века, без ремонта и с долгами перед бюджетом. Покупку признали неудачной, и актив пришлось продать. В обоих случаях следует признать невысокий уровень маркетинга, недостаточную квалификацию специалистов республики при заключении международных договоров по оценке и закупке недвижимости за рубежом. Реализация рекомендаций Президента РК о необходимости внешней экспансии национального капитала как варианта диверсификации нефтегазового комплекса, выраженные в ежегодных посланиях народу Казахстана, оказались не столь удачными, как это задумывалось. Сложно складывается акция КМГ по 100 % закупке акций и вступление в права владельца румынской компании Rompetrol в 2007 г., имеющей нефтеперерабатывающей завод Petromidia. Сумма сделки по рыночной цене, по экспертным оценкам, составила 3 млрд. долл. Основная идея столь дорогого соглашения – создание вертикально-интегрированной компаний Rompetrol Group как единого «даунстрима» – компании с НПЗ и активом для розничного сбыта и маркетинг форпоста казахстанской нефти в Европейском Союзе (ЕС) с возможностью получения прибыли в 2013 году. В ЕС наше предприятие ожидает, несомненно, жесткая конкуренция с более совершенными, успешно работающими нефтеперерабатывающими заводами. Ставится задача перейти из разряда реципиента иностранных инвестиций в нефтегазовом комплексе Казахстана в успешно действующего донора многообразных бизнес услуг. На сегодня Petromidia модернизируется, вложено 1,5 млрд. долларов, и ожидается, что в середине 2012 года, получив самый современный актив, компания выйдет на международный рынок с продукцией уровня стандарта Евро-6 [9].

На внутреннем рынке Казахстана ощущается острая нехватка перерабатывающих мощностей. Все три казахстанских нефтеперерабатывающих завода со стоимостью реконструкции в 4 млрд. долларов пока не могут выйти на современный уровень переработки сырья, с трудом осиливая уровень Евро-2. В странах ЕС с 2009 года действует стандарт Евро-5, в 2015 году внедряется Евро-6. На наших нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) оборудование морально и физически устарело, выход светлых нефтепродуктов составляет всего 30–36%, и качество нефтепереработки достигает 50-55% мирового уровня. По данным аналитической компаний «Аргус», Казахстан ежегодно завозит 500–800 тыс. т бензина и 400 тыс. тонн дизтоплива, до 40 % высококачественного бензина из России. И это при почти 80 млн. т добываемой нефти (2010 г.) и при одном из лидирующих мест в мире по запасам углеводородной сырья (примерно 5 млрд. т нефти и 2 трлн. м³ газа). Пока неизвестно, когда введут реальный актив, чтобы перевести автопарк хотя бы на стандарт Евро-3, который в ЕС введен еще в 1999 г. В соответствии с Комплексным планом модернизации нефтеперерабатывающих заводов Республики Казахстан на 2009–2015 г, КазМунайГаз в модернизацию Атырауского, Шымкентского и Павлодарского нефтеперерабатывающих заводов вкладывает примерно 4 млрд. долл. Модернизация Шымкентского завода с 2011 г. проводится совместно с китайским партнером. С 2012 г. модернизируется Павлодарский завод, с привлечением итальянского ENI, а реконструкция Атырауского нефтеперерабатывающего завода ведется при участии японского капитала с 2010 г. Реконструкция и модернизация трех нефтеперерабатывающих центров республики вкупе с Rompetrol должны обеспечить производство всего спектра нефтепродуктов по современным технологиям. Острая необходимость ускоренной модернизации нефтеперерабатывающих активов и ввод в действие объектов нефтехимии диктуется в равной мере потребностями перевода всего автопарка на стандарт Евро-4 с последующим переходом на Евро-5[10].

Необходимо помнить, что природные ресурсы входят в состав экосистем, где все экологические компоненты взаимосвязаны. Поэтому использование уже одного из природных ресурсов оказывает воздействие на другой ресурс. Например, при орошении полей уменьшаются водные ресурсы того или иного водного бассейна, что неизбежно окажет влияние на рыбное хозяйство, судоходство, гидроэнергетику и т.д. Полив также вызывает изменение уровня подземных вод, изменение видового состава почвенных микроорганизмов. Поэтому при эксплуатации любого из природных ресурсов следует учитывать воздействие такой эксплуатации на экосистемы в целом и отдельные природные ресурсы, в частности.

Большое значение для будущего республики имеют огромные запасы природных ресурсов. Однако, как известно, их освоению препятствуют сложные природные условия. Проблема освоения природных ресурсов выдвигает на первый план вопросы охраны природы. Ошибки, допущенные в освоении природных ресурсов, связаны с неразумным использованием подземных недр и ресурсов, преобладанием ошибочного мнения о том, что природные ресурсы неисчерпаемы. Все это вместе взятое привело к нарушению природного равновесия. Возьмем, к примеру, водные ресурсы. Для республики рациональное использование природных ресурсов имеет огромное значение, так как новые предприятия и орошаемые посевные территории требуют значительных запасов водных ресурсов. Загрязнение рек, неразумное использование водных ресурсов, изменение гидрологического режима рек в результате хозяйственной деятельности человека привели к изменению и других компонентов природы. Так, на орошаемых рисовых полях Южного Казахстана почва теряет свой плодородный слой и становится сильно засоленной. Изменения в почве повлияли на разнообразие и распространение растительного покрова. Это превратило целый регион в зону экологического бедствия. В ходе освоения целинных и залежных земель почва подверглась ветровой и водной эрозии.

Ранее продуктивность почв была намного больше, но в последние годы этот показатель снизился. В результате ветровой эрозии выносится плодородный слой почвы. Не учтены особенности почвенной структуры целинных территорий. На песчаных и глинистых землях после 4-5-летнего использования, почвы становятся засоленными и выходят из сельхозоборота. Уменьшается плодородный гумусный слой. Пустыни и полупустыни республики занимают 167 млн. га. В результате орошения эти площади можно использовать в качестве пастбищ. В последние годы в результате лиманного орошения здесь были достигнуты неплохие показатели. Большое будущее принадлежит использованию артезианских вод для обводнения пастбищ. В нашей стране находится очень много природных богатств, которые дают все необходимое для удовлетворения потребностей населения и развития хозяйства. Однако, как бы велики они ни были, если не заботиться об их сохранении и рациональном использовании, то со временем они могут быть исчерпаны. Поэтому охрана природных богатств имеет очень большое значение.

Существуют два направления в деле охраны природы и рационального использования природных ресурсов - государственное и общенародное. Государственное направление определяется соответствующими законами и постановлениями Правительства. Так, уделяя большое внимание проблеме рационального использования природных богатств страны, в 1918 году был организован специальный Комитет по охране природы. Впервые были приняты законы, направленные на охрану и эффективное использование природных богатств.16 апреля 1962 года Президиумом Верховного Совета Казахской ССР был принят Указ «Об охране природы Казахстана», в котором предписывалось взять под охрану государства полезные ископаемые, воды (поверхностные и подземные), леса, животных и птиц, атмосферный воздух, почвы, редкие ландшафты и пр. В дополнение к указу была составлена специальная инструкция о правилах использования различных природных богатств, сохранения плодородия почвы, лесов, защиты ресурсов, воздуха и воды, правилах рыболовства и охоты.

По решению Международного союза охраны природы и природных ресурсов каждая страна должна вести учет редких и исчезающих видов животных и растений. В нашей стране Красная книга была учреждена в 1978 году. В эту книгу занесены 21 вид млекопитающих и 8 видов птиц. Восстановленные виды животных и растений затем были сняты с учета Красной книги.

Со времени принятия Декларации о государственном суверенитете Казахской ССР (1990) началось осуществление правовой реформы в области охраны окружающей среды. В последующие годы были приняты Кодексы о земле и недрах, законы «Об охране окружающей среды», «Об особо охраняемых природных территориях», «Об охране воспроизводства и использования животного мира» и др.

В декабре 2003 года Президентом РК был подписан Указ «О Концепции экологической безопасности РК на 2004-2015 годы», в которой определен комплекс государственных мер по устойчивому экологическому развитию страны. Общенародное направление в деле охраны природы - это личное участие граждан и общественных организаций в деле охраны природы. Среди специально созданных природоохранных организаций особое место принадлежит Комитету по охране природы. Этот Комитет координирует и направляет работу научных учреждений и организаций, занимается охраной природы, мобилизует общественность на решение экологических проблем в стране.

ЛИТЕРАТУРА

[1] «Саммит Земли + 5». Представительство ООН в Казахстане. - Алматы, 1997.

[2] Министерство экологии и биоресурсов Республики Казахстан. Государственный доклад «Экологическое состояние окружающей природной среды Республики Казахстан в 1995 году и меры по ее улучшению». - Алматы, 1999

[3] Б.С. Ужкенов. Минерально-сырьевые ресурсы //Горный журнал, № 6, 2012, с. 8-9.

[4] Кокетаев А., Мейрманова А., Жактаева Р., Артыкбаев К., Тамабаева С. Стратегические ориентиры развития горно-металлургического комплекса // Промышленность Казахстана. - 2009. - №4 (55) - №5(56). - С. 31-34.

[5] Ахметжанов Б.А., Шаметова А.А. Особенности индустриально-инновационного развития горно-металлургического комплекса Казахстана. КарГТУ, Казахстан. // Проблемы экономики, 2011, № 6, с. 50-52.

[6] Изенбаев Б.Ж., Мазбаев О.Б., Адай С., Байболат Т. Развитие туристического потенциала

[7] Южно-Казахстанской области // X Европейской конференции по инновациям в технических и естественных науках: сборник материалов международной научно-практической конференции, Австрия, 2016. -101-112 с

[8] Жукова И.В. Сущность и содержание организационно-экономического механизма управления горнодобывающей промышленностью//Власть и управление на Востоке России. - Хабаровск: Изд-во ДВАГС. - 2010.-№4.-С.43-49.

[9] Программа развития горно-металлургической отрасли Республики Казахстан на 2010-2014 годы

[10] Саипов А.А., География индустриально-инновационного развития Казахстана, 2011, с.16-30

[11] Программа по развитию минерально-сырьевого комплекса в Республике Казахстан на 2010-2014 годы

Саипов А.А., Байболат Т., Изенбаев Б.Ж.

Қазақстан Республикасының табиғат ресурстары және оны пайдалану деңгейі. Табиғат ресурстарын қорғау мәселелері

Түйіндеме. Мақала Қазақстан Республикасының табиғи ресурстардын пайдалану, олардың деңгейі. Табиғи ресурстарды сақтау мәселелерін зерттеуге арналған. Мақала авторлары нақты мысалдарда республика аумағында ормандар шағын ауданынды алып жатқанына қарамастан, рекреациялық функцияларды маңызды климат-реттеуші, тіршілік ету ортасының түзуші егіс-топырақ қорғау, суқорғау, санитарлық және гигеналық орындауға және елдің биологиялық 86% табиғи қорығы екенін көрсетті.

Түйінді сөздер: табиғи ресурстар, табиғат қорғау, жер қойнауы, тиімді пайдалану

Saipov A.A., Baybolat T., Izenbaev B.J.

Natural Resources of the Republic of Kazakhstan and their level of use. Problems of protection of natural resources

Summary. The article is devoted to the study of natural resources of the Republic of Kazakhstan and their level of use. Problems of conservation of natural resources. The authors in the specific examples show that in spite of the small area, the Republic forests perform important climate-regulating, habitat-forming field and soil protection, vodohrannye, sanitary and gigenicheskie, recreational functions and are the natural reserve 86% of the country's biodiversity.

Keywords: natural resources, protection of nature, the earth's interior, the rational use

ӘОЖ 911.3

[1]Б.Ж. Изенбаев, [1]А. Секенұлы, [2]Б. Тасболат

([1]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің PhD докторанты,
Астана қаласы, Қазақстан Республикасы
[2]Қ.Яссауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті)

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНЫҢ ТУРИСТІК КЛАСТЕР ТУРИЗМ САЛАСЫНЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУ ФАКТОРЫ РЕТІНДЕ

Аңдатпа. Қазіргі таңда дүниежүзілік мәнге ие болып отырған бұл сала тек көркем табиғатымен ғана шектелмей, тарих пен археологиялық қазбалардың, мәдениет пен өркениеттің, ел мен жердің, сәулет пен ескерткіштердің тартымдылығы мен ерекшеленіп отыр. Осы тұста еліміздің туристік шаңыраққа айналуына әбден мүмкін деген болжаммен келісуге болады. Себебі, әр аймақтың өзіне тән тарихы, археологиялық қазбалары,

табиғаты, елі және салт-дәстүрі бар. Дәл осы тәрізді біздің көркем де, әсем жеріміздің түкпір-түкпірінде өзіне ғана тән ғаyһарларын табуға болады. Мәселен, Оңтүстік Қазақстан өңірі құнды мәдени әлеуетке ие, көптеген тарихи және архитекторлық ескерткіштері бар өңір болып табылады. Бұл мақалада Оңтүстік Қазақстанның туристік кластердің негізгі тенденциялары мен мәселелері анықтауға бағытталған.

Негізгі сөздер: туризм, кластер, аймақтық туристік кластер, әлеует, табиғи-туристік әлеует.

Аймақтағы демалатын жерлер әлеуеті – табиғи, тарихи-мәдени және әлеуметтік-экономикалық компоненттерді қамтитын күрделі құрылым.

«Әлеует» ұғымы іс жүзінде бар және белгілі мақсатқа жету үшін пайдаланыла алатын барлық мүмкіншіліктер, құралдар, қорлар, дерек көздер жиынтығы болып табылады [1].

Аймақтағы демалатын жерлер әлеуетін зерттеу мәселелерімен ғылымның әр түрлі бағыттарының өкілдері (географтар, экологтар, экономистер, дәрігерлер, т.б.) айналысады, олар зерттелетін құбылыстың аталуына да, оның құрылымына да өздерінің көзқарастарын білдіреді. Біз келесі географтардың түсініктемелеріне негізделдік: Ю.А.Веденин, Н.С. Мироненко, В.С. Преображенский, т.б. Олар демалатын жерлер әлеуеті - белгілі аймақта демалыс қызметін ұйымдастыру алғышарттарының жиынтығы деп біледі. Оны құрастыратын барлық компоненттерді ескере отыра кешенді түрде зерттеу қажет, ол нысанның өзектілігі мен келешегі тұрғысынан зерттеуге мүмкіндік береді [2].

Демалатын жерлер әлеуетін құрылымын құрастыратын бастапқы элементтер ретінде біз табиғи, тарихи-мәдени және әлеуметтік-экономикалық сипаттағы компоненттерді алдық. Сонымен қатар, демалатын жерлер әлеуетінің көрсеткіштері келесідей: климат ресурстары, минералды су, көлдер мен өзен қорлары, жидектер, саңырауқұлақтар қорының көлемі, кәсіптік жануарлардың түрлері. Тарихи-мәдени әлеует қоғам дамуының әр кезеңіндегі оның құндылықтар жиынтығын қамтитын нысандардан тұрады. Аймақтағы демалатын жерлер әлеуетінің әлеуметтік құрастырушысының ерекшелігі демалыс қызметін неғұрлым тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік беретін тұрғындардың ерекшелігін (саны, жас мөлшері, ұлты, діні, т.б.) анықтаумен айқындалады. Аймақтың инфрақұрылымдық қамтамасыз етілуі де демалатын жерлер әлеуетінің маңызды компоненті болып табылады [3].

Демалатын жерлер әлеуетінің көп құрылымды құрылысын кешенді географиялық зерттеулер негізінде тануға болады, олар оның шынайы мүмкіншіліктерін анықтап, тиімді пайдалану жолдарын жоспарлауға мүмкіндік береді.

Оңтүстік Қазақстан облысының жер бедері негізінен жазық (орташа биіктігі 200 – 500 м). Солтүстігінде тасты-сазды Бетпақдала шөлінің оңтүстік-батысы, Ащыкөл ойысы, Тоғызкентау жоны, Шу өзенінің төменгі ағысы және Мойынқұм құмды алқабының батыс бөлігі орналасқан. Облыстың орталық бөлігін Қаратау жотасы солтүстік-батыстан оңтүстік-шығысқа қарай екіге бөліп жатыр. Облыс солтүстігінде Қарағанды, шығысында Жамбыл, батысында Қызылорда облыстарымен, оңтүстігінде Өзбекстан Республикасымен шектеседі. Облыс территориясының алып жатқан жері 117,3 мың.км^2 құрайды.

Облыс орталығы – Шымкент қаласы, Республиканың көне және әдемі қалалардың бірі болып саналады. Шымкент ежелден-ақ саяхатшылар мен ғалымдардың назарын өзіне аударған. Қала Оңтүстік Қазақстан облысының әкімшілік орталығы болғандықтан, аумақтың түкпір-түкпіріне апаратын барлық туристік бағыттар заңды түрде осы жерден басталады. Қалада жиырма арнайы мамандандырылған фирмалар мен мекемелер туристік қызмет көрсетумен айналысуда. [4].

Туристік әлеуетін сәйкестендіру жүргізсек. Кластер шекарасын анықтап алғаннан кейін, кластердің туристік әлеуетін сәйкестендіру қажет. Қолда бар туристік ресурстарға талдау жүргізуге, (табиғи-климатты, әлеуметтік-экономикалық, мәдени-тарихи), даму әлеуетін анықтап, оны ұқсас аймақтармен салыстыру қажет. Кластерлерді әлеует көзқарасынан бағалағанда дамудың көпсалалы векторынан алшақтап, көп атқарымдық қызмет жағына ығысу қажет. Оңтүстік Қазақстан облысының туристік ресурстардың сапа мазмұнын бағалаудың негізінде, олардың бірегейлігі, қасиеттері, үйлесу мүмкіндіктері туралы қорытындыға келуге болады [5].

Туристік кластердің дамуы туризмнің үш түріне негізделген, олар бар әлеуетін максималды және кешенді түрде қолдануға мүмкіндік береді. Туризмнің дамуына едәуір маңызы барлары – оның мамандануы болып табылады. Аймақтың бірегей ресурстардың туристік әлеуетін пайдалануға жатқызуға болады, олар: табиғи – Сайрам-өгем МҰТС, тарихи-мәдени нысанжары – Түркістан қаласы, Сарыағаш шипажайы және емдік-сауықтыру туризмі. Туристік кластерді дамытуға әлеуеті бар табиғи ресурстарға талдама жасасақ.

Туристік бағыттар тарихи орындар мен экзотикалық аудандарға бару, аң-құс пен балық аулау, тау туризмі секілді салаларды қамтиды. Оңтүстік Қазақстан өңірінде калың жұртшылық зиярат жасайтын Ислам дінінің қасиетті орындары мен сәулеттік құрылыстары жеткілікті.

Өлкенің тарихи құндылықтары мен зиярат ету орындарына барудағы алғашқы қадам, екінші Мекке атанған-тарихи Түркістаннан басталады. Мұнда түркі халықтарының рухани астанасы, көне дәуірдегі өркениет орталықтарының бірі ретінде ЮНЕСКО-ның тізіміне енген, әлемге танымал тарих және мәдениет ескерткіштері мол қасиетті қалаға барып, әулие-әмбиелерге тәуету мүмкіндігі жасалған. Шымкент шаһарының пайда болуына өзіндік үлесін қосқан көне Сайрам қаласы Ұлы жібек жолының бойындағы басты сауда және қолөнер орталығы болған Отырар қалашығы. Қожа Ахмет Яссауи, Арыстан-баб кесенелері мен басқа да құндылықтар туристер жүрегінде терең әсер қалдырады [6].

Тянь-Шань сілемдері мен Қызылқұм шөлінің арасында орналасқан Оңтүстік Қазақстанның бірегей аумақтық жағдайы бір күннің ішінде қар жамылған таудан қыздырылған құмға ойысуға мүмкіндік жасайды. Осыдан келіп бір облыстың өзінде сан алуан: заңғар таулық, далалық, құмдық, және жартылай құмдық табиғи-климаттық аймақтарға бөлініп, онда аң-құс пен өсімдіктің түр-түрін кездестіре аласыздар. Аумағы 100 мың шаршы шақырым жерден қар барысы, аю, дала түлкісі-қарсақ, тау ешкісі мен шөлейттерде жасайтын жайран, тағылан, борсық, Гималай ұлары мен дуадақты кездестіру - әлемде сирек болатын жайт.

Осы аумақтағы табиғаттың қайталанбас інжу-маржандарының бірі - Орта Азиядағы байырғы қорық - Ақсу-Жабағылы болып табылады. Батыс Тянь-Шань сілемдерінде орналасқан оның теңіз деңгейінен биіктігі 1000 метрден 4280 метрге жетсе, көлемі 75043 гектарды алып жатыр. Қорықтың ландшафты әдемі, ауқымды әрі ғылым мен өнер үшін баға жетпес құндылыққа ие. Мұнда көне дәуірге тән өсімдік пен жануарлардың көптеген түрі бастапқы қалпында сақталған. Қасқабұлақ тауының тас қатпарларына ата-бабаларымыз салып кеткен көне кескін, бейнелердің ғалымдар мен туристер үшін айрықша қызығушылық туғызатыны анық [6,7].

Аталмыш аумақтағы рекреациялық қорға бай экзотикалық орындар катарына Қаратау бөктеріне жақын жайғасқан Қызылкөл, табиғаты ғажайып «Бадам» шатқалындағы «Қырыққыз» туристік базасы мен Батыс Тянь-Шань сілемдеріндегі «Ақмешіт» және «Біркөлік» демалыс аймақтары, «Сайрам-су» шатқалындағы «Альтекс» спорт кешені, Машат өзеніндегі шатқал, Шардара су қоймасы, емдік минералдық бұлақ суы бар Сарыағаш ауданының шипажай аймағы және т.б. жатқызамыз.

Облыс аумағында емдеу және демалысқа пайдалануға болатын табиғи ресурстар бар. Оларға жұмыс істеп тұрған Сарыағаш шипажайының минералды сулары жатады. Ауа-райы қолайлы Кентау қаласынан 20 шақырым оңтүстікте Қаратау бөктерін, Шаға өзенінің әдемі аңғарындағы шипалы минералды, термалды су скважиналарын, Манкент селосы аумағында және Ордабасы ауданының орталығы – Темірлан елді мекенінің жанындағы термалды су көздерін, сонымен қатар, Ақсу, Түлкібас және Тұрар Рысқұлов ауылының аумақтарын жүрек-тамыр аурулары бар адамдардың емделуіне қажетті жағдайлар жасауға болады.

Ақсу Жабағлы қорығының аумағы, Шымкент қаласының шығысы мен оңтүстік-шығысында орналасқан Өгем жотасының тау бөктері, Қаржантау таулары, Боралдай жотасы мен Арыс, Машат, Сайрамсу, Сырдария, Ақсу, Бадам өзендерінің аңғарларында да демалыс аймақтарын ұйымдастыруға қолайлы болып табылады [8].

Қорытынды. Оңтүстік Қазақстан облысының ішкі туризмді дамытуға нақты әлеуеті бар. Флора мен фаунаның өзіндік әлемі және географиялық ерекшеліктері, археологиялық-тарихи нысандар, Сарағаш шипажайлары, Ақсу-Жабағлы қорығы және Сайрам-өгем мемлекеттік ұлттық табиғи саябағы– бірегей бағыттағы негіздері бола алады. Туристік кластерді құру және ілгерілету – облыс экономикасының шикізаттық емес секторын дамытудың шынайы факторы болып табылады. Жалпы айтқанда, Оңтүстік Қазақстан облысындағы туризмді дамыту жергілікті тұрғындарға жаңа жұмыс орындарын ашуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ердавлетов С.Р. География туризма: история, теория, методы, пратика. Алматы,
[2] 2000. – 336 с.
[3] Преображенский В.С. Теоритические основы рекреационной географии. – М., 1975.- 282 с.
[4] Ердавлетов С.Р. Вопросы оценки рекреационного потенциала территории, использование территории. – Алматы, 1990.- 179 с.

[5] Изенбаев Б.Ж., Мазбаев О.Б., Адай С., Байболат Т. Развитие туристического потенциала Южно-Казахстанской области // X Европейской конференции по инновациям в технических и естественных науках: сборник материалов международной научно-практической конференции, Австрия, 2016. -101-112 с

[6] Кострюкова О. Н. Карпова Е. Г. Методы идентификации туристских кластеров в системе регионального туризма // Экономика и управление в сфере услуг: современное состояние и перспективы развития: материалы X Всероссийской научно-практической конференции, 5 февраля 2013 года.— СПб. : СПбГУП, 2013. - 154 с

[7] Жакупов А. А., Мазбаев О.Б. Аймақтық туристік кластер туризм саласының инновациялық даму факторы ретінде. Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚҰТУ Хабаршысы. - 2015. – № 4 (110). - Б. 88-96

[8] Руководство по развитию экологического туризма в Казахстане; под общей ред. А. Тонкобаевой. – Алматы: Общественный фонд «Азиатско-Американское партнерство», 2009. – 69 с.

[9] Zhakypov A. A, Atasoy E. An evaluation of recreational potential in order to increase the touristic image of the Pavlodar region. Oxidation communications. Vol.37, No 3, 2014.-P. 871-872

[10] Турсункулова Л. А. Рекреационный потенциал Южно-Казахстанской области: ландшафтный анализ, оценка и перспективы использования. Автореф.дисс... канд. географ. наук. - Воронеж, 2009. - 213 с

Изенбаев Б.Ж., Секенұлы А., Тасболат Б.

Кластер Южно- Казахстанской области как фактор инновационного развития туризма

Резюме. Статья посвящена изучению развития туристической деятельности путем создания регионального кластера, как инавационного фактора для развития туризма в Южном Казахстане. Были изучены места отдыха исследуемого региона. В статье определены и сгруппированы регионы с потенциалом развития туристического кластера. Данная статья нацелена на выявление основных тенденций развития и проблем кластера регионального туризма.

Ключевые слова: туризм, рекреация, кластер, региональный туристский кластер, потенциал, идентификация туристких кластеров.

Izenbaev B.J., Aday Sekenuly., Baybolat Tasbolat.

A cluster South Kazakhstan region tourism as a factor of innovation development of tourism

Summary. The paper studies the development of tourism through the establishment of a regional cluster as inavatsionnogo factor for the development of tourism in the South Kazakhstan. We studied the recreational study region. The article identified and grouped the regions with the potential development of the tourism cluster. This article aims to identify the main trends and issues of regional tourism cluster.

Keywords: tourism, recreation, cluster, regional tourism cluster, potential identification of tourist clusters.

УДК 622.23.02:548.5

Ш.В. Ниязова, К.А.Утеулина

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева Алматы, Республика Казахстан, shamsi_niyaz@mail.ru)

ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА НАВАЛ РУДЫ

Аннотация. На навал руды действуют различные климатические условия. Среди них немаловажное значение имеет действие ультрафиолетового (УФ) излучения от Солнца. Первичное разрушения руды происходит на микроскопическом уровне. Рассматривается вопрос повышения эффективности подготовки руды к переработке. Наиболее энергоемкими процессами являются: дробление и измельчение добытых руд. Незначительное ослабление структурных связей в рудных телах приводит к изменению физико-технических параметров горных пород. Независимо от разнообразия содержания полезных компонентов, руды состоят из химических элементов. Под воздействием естественного ультрафиолетового излучения происходит ослабление и разрушение связей в кристаллических структурах. Нами расчетным путем выявлены химические элементы, наиболее подверженные разрушению.

Ключевые слова: ультрафиолетовое излучение, разрушение руды, кристаллические структуры, химический элемент.

Ультрафиолетовое излучение, применение которого на сегодняшний день столь широко в различных отраслях деятельности человека, появляется при очень высоких температурах от 1500 до 2000^0С (пик активности по воздействию). По физической природе- это электромагнитная волна, дли-

на которой колеблется в пределах - от 10 до 400 нм. Весь диапазон данного излучения условно делится на две области: 1) ближний спектр доходит до Земли через атмосферу и озоновый слой от Солнца, длина волны в пределах 380 - 200 нм; 2) далекий (вакуумный), длина волны – 200 - 2 нм, активно поглощается озоном, кислородом воздуха, компонентами атмосферы . Общее количество ультрафиолетовых лучей, достигающих поверхности Земли, зависит от следующих факторов: от концентрации атмосферного озона над земной поверхностью; от высоты Солнца над горизонтом; от высоты над уровнем моря; от атмосферного рассеивания; от состояния облачного покрова; от степени отражения УФ- лучей от поверхности (воды, почвы). Под действием солнечных лучей горные породы сильно нагреваются. В естественных условиях температурное разрушение быстрее происходит в темноцветных минералах.

На навал руды действуют различные климатические условия. Среди них немаловажное значение имеет действие ультрафиолетового (УФ) излучения идущего от Солнца. Под действием УФ в руде происходят физико-химические процессы, приводящие к изменению физического состояния породы [1]. Эти изменения влияют на дальнейшею переработку руды. Существенно уменьшаются затраты на дробление и измельчение. Прочность руды зависит от сил сцепления молекул, атомов, ионов. Первичное разрушение руды происходит на микроскопическом уровне [2].

УФИ оказывает энергетическое действие на атомном уровне. Электроны, участвующие в химических связях молекул, получив достаточную энергию могут разрушить эти связи, что приведет распаду молекулы. В кристаллических структурах это приводит к ослаблению связей в кристаллических решетках или к разрушению решетки. Поскольку однородные кристаллические структуры имеют более прочные связи, чем инородные, то активно разрушаются связи между разнородными минеральными структурами. Таким образом раскрываемость зерен полезных минералов повышается. Экспериментально для каждого минерала можно выбрать пороговую энергию УФИ, начиная с которой происходит разрушение.

Изучение действия УФ на кристаллические структуры горных пород позволяет произвести оценку первичного разупрочнения среды, знание которых необходимо при последующих производственных процессах. Для оценки влияния внешней среды и различного рода облучений на развитие процесса разрушения горных пород, с точки зрения кинетической концепции прочности, необходимо определить, как изменяют эти внешние факторы кинетику разрушения; как меняется под действием внешней среды и облучений скорость накопления нарушений (например, скорость роста трещин) и интегральные характеристики кинетики разрушения. С научной точки зрения большой интерес представляют исследования общих закономерностей процесса фотомеханической деструкции и особенностей этого процесса для развития соответствующего раздела молекулярной фотохимии [3].

Горные породы представляют собой естественные минеральные агрегаты, образовавшиеся в результате геологических процессов в земных недрах или на поверхности Земли. Основой горных пород являются породообразующие минералы, состав и строение которых свидетельствуют об условиях образования самой горной породы. В горных породах также могут присутствовать более редкие акцессорные минералы, состав и общее количество которых колеблется в широких пределах. Сопоставляя приведенные данные, видно, что земная кора больше чем на 98% сложена Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, при этом свыше 80% составляют кислород, кремний и алюминий, в отличие от среднего состава Земли, где содержание их резко уменьшается [4]. Традиционно под горной породой подразумевают только твёрдые тела. Как физические тела горные породы характеризуются плотностными, упругими, прочностными, тепловыми, электрическими, магнитными, радиационными и другими свойствами. Наиболее часто встречающиеся значения основных физических характеристик горных пород: плотность 1100-4700 кг/м^3; модуль продольной упругости $5•10^9$-$1{,}5•10^{11}$ Па; коэффициент Пуассона 0,15-0,38; удельная теплоёмкость 0,5-1,5 кДж/кг•К; коэффициент линейного теплового расширения $2•10^{-6}$-$4•10^{-4}К^{-1}$; удельное электрическое сопротивление 10^{-2}-10^{12} Ом•м; относительная диэлектрическая проницаемость 2-30. Свойства горных пород обусловлены их составом и строением, а также термодинамическими условиями. Закономерности изменения физико-технических параметров горных пород от внешних воздействий используются для создания новых методов разрушения и переработки полезных ископаемых [5]. Многообразие твердых полезных ископаемых объединяет содержание полезных компонентов, извлекаемых из руд, которые представлены химическими элементами. Изучая, действие ультрафиолетового облучения на кристаллические горные породы, нами было уста-

новлено, посредством расчетов, что разрушению подвержены породы, содержащие следующие химические элементы (таблица 1):

Таблица 1. **Характеристики химических элементов, подверженных воздействию УФИ**

Вещество	Формула	Работа выхода, эВ*	Массовое число, кг/коль	Плотность, 10^3кг/м^3	Температура плавления ^{0}C
серебро	Ag	4,7	107,87	11,34	327
алюминий	Al	4,2	26,98	2,70	660
мышьяк	As	4,79 - 5,11			
золото	Au	4,8	196,97	19,3	1063
бор	B	(4,60)			
бериллий	Be	3,92			
висмут	Bi	4,34			
углерод (графит)	C	4,45 - 4,81			
кадмий	Cd	4,04			
кобальт	Co	4,40			
хром	Cr	4,60	51,996	7,6	1875
медь	Cu	4,36	63,55	8,92	1083
железо	Fe	4,40 - 4,71	55,85	7,86	15,39
галлий	Ga	3,96 - 4,16			
германий	Ge	4,66			
ртуть	Hg	4,52	200,59	13,546	-38,9
индий	In	(3,60 - 4,09)			
иридий	Ir	(4,57)			
магний	Mg	3,67	24,305	1,74	661
марганец	Mn	3,76 - 3,95	54,94	7,44	1244
молибден	Mo	4,20			
никель	Ni	4,91 - 5,01	58,71	8,9	1453
осмий	Os	(4,55)	190.2	22,5	2700
свинец	Pb	4,05	207,9	11,34	327
палладий	Pd	(4,98)			
платина	Pt	5,30 - 5,55	195,09	21,45	1769
рений	Re	4,98			
родий	Rh	4,75			
сурьма	Sb	4,08 - 4,56			
титан	Ti	4,14 - 4,50			
таллий	Tl	3,68 - 4,05			
селен	Se	4,86			
кремний	Si	3,59 - 4,67			
олово (β-форма)	Sn	4,50	118,69	7,28	231,9
ванадий	V	3,77 - 4,44			
вольфрам	W	4,54	190,2	19,3	3380
цинк	Zn	4,22 - 4,27	65,37	7,14	419

Из таблицы 1 видно, что количество энергии естественного ультрафиолетового излучения достаточно для разрушения горных пород, содержащих вышеприведенные химические элементы.

В таблице 2 показаны элементы, работы выхода электронов в которых меньше энергии естественного ультрафиолетового излучения. Руды, содержащие эти элементы, не разрушаются под воздействием УФИ.

* 1 эВ = 1,602 176 6208(98)·10^{-19} Дж = 1,602 176 6208(98)·10^{-12} эрг.

Таблица 2. Характеристики химических элементов, неподверженных воздействию УФ- облучения

Вещество	Формула	Работа выхода, эВ
барий	Ba	2,52
кальций	Ca	2,76 - 3,20
церий	Ce	2,6 - 2,88
цезий	Cs	1,94
калий	K	2,25
лантан	La	(3,3)
литий	Li	2,49
натрий	Na	2,28
ниобий	Nb	3,99
неодим	Nd	(3,3)
празеодим	Pr	(2,7)
рубидий	Rb	2,13
скандий	Sc	(3,2 - 3,33)
самарий	Sm	(3,2)
стронций	Sr	2,74

В природе горные породы состоят из минералов, например, халькопирит (медный колчедан) (CuFeS2) и другие соединения. Под влиянием солнечных лучей сильней нагреваются темноокрашенные минералы, поэтому они быстрее разрушаются [6]. Рассмотрение вопроса, о том, какой из элементов, подвержен первым к разрушению под действием УФ- излучения является темой для отдельного исследования.

Исследование влияния УФ- излучения на физико-механические свойства оправдываются как практическими, так и научными интересами: необходимостью борьбы с распадом макромолекул горных пород под действием УФ- спектра солнечного излучения, а также необходимостью прогнозирования эксплуатационных свойств горных пород в условиях действия УФ-излучения, с целью уменьшения энергетических затрат на дробление, измельчение и при дальнейшем извлечении металла.

Работа выполнена по гранту № 1443/ГФ4.

ЛИТЕРАТУРА

[1] http://www.gosthelp.ru/text/GOSTR5054493PorodygornyeT.html

[2] Добровольский В.В. Геология. – М.: ВЛАДОС, 2001. – 320 с.

[3] Бакиров А.А., Бордовская М.В., Табасаранский З.А. Геология и геохимия нефти и газа. – М.: Недра, 1982. – 288 с.

[4] Справочник по геологии нефти и газа /Под ред. Еременко Н.А. - М.: Недра,1984. - 480 с.

[5] Красильщиков Я.С. Основы геологии, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. - М.: Недра, 1987. - 236 с.

[6] industry-portal24.ru/.../2827-processy-razdeleniya-koncentracii-i-perera.. (Процессы разделения, концентрации и переработки минералов ....).

Ниязова Ш.В., Утеулина К.А.

Кеннің үйіндісіне ультрафиолетті сәуле әсер ету.

Түйіндеме. Кеннің үйіндісіне табиғи ультрафиолетті сауле әсер етеді. Ол әсер еткенде кеннің бөлшектерді құрылымдық сілтемелері жеңілдетшп жанә қырып-жойы. Бұған қарамастан алуан пайдалы компоненттерінің мазмұны, кендері тұрады химиялық элементтерден.

Есептеу арқылы анықталған жойылуға жататын химиялық элементтер.

Түйін сөздер: ультрафиолет сауле, кенінің жою, кристалдық құрылымы, химиялық элемент.

Niyazova Sh. W., Uteulina K. A.

Ultraviolet radiation effect on ore for bulk

Summary. On the pile of ore operates natural ultraviolet radiation. Under its influence there is a weakening and fracture of structural connections in the ore. Regardless of the diversity of content of useful components, ores consist of chemical elements. Settlement by identified chemical elements most susceptible to fracture.

Key words: ultraviolet radiation, degradation of ore, crystal structure, a chemical element.

УДК 004

Ж.Т. Бельдеубаева, С.Ж. Рахметуллина
(Восточно-Казахстанский государственный технический
университет им. Д.Серикбаева, Усть-Каменогорск, Республика Казахстан)

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Аннотация. Рассматриваются методические вопросы процесса проектирования и разработки информационно-аналитической системы мониторинга состояния подземных вод. Данная методика позволяет учесть все методологические аспекты решаемой задачи. В настоящее во всем мире и, в частности, в Казахстане остро стоит проблема запасов качественной воды. В базе данных информационной системы «Подземные воды» накоплен богатейший эмпирический материал, полученный в результате мониторинга за состоянием бассейна подземных вод. Разработка подсистемы оценки состояния подземных вод на основе этого материала, позволит более эффективно использовать данные, своевременно и оперативно получать достоверную информацию о состоянии подземных вод, что, в свою очередь, позволит выявить и предупредить нештатные ситуации, связанные с водообеспечением.

Ключевые слова: загрязнение подземных вод, методы оценки состояния подземных вод, мониторинг состояния подземных вод, информационная технология, информационно-аналитическая система.

Введение

В современном мире понятие «мониторинг» глубоко проникло во все сферы человеской деятельности. Мониторинг включает в себя наблюдение за объектами исследования, учет и контроль его состояния, анализ динамики изменения этого состояния, оценку состояния объекта на основе мониторинговой информации, представление результатов мониторинговой деятельности на разных уровнях детализации [1].

Эффективное функционирование любой социально-экономической системы обусловлено применением современных информационных технологий. Одним из высокоэффективных инструментов поддержки принятия управленческих решений является информационно-аналитическая система (ИАС). ИАС позволяют формировать качественный материал по состоянию системы и прогнозу ее будущего состояния на основе оперативного и наглядного предоставления всей необходимой совокупности данных пользователям [2].

Согласно современным стандартам ISO 15288 и ISO 12207, описывающих процессы жизненного цикла создания информационных и программных систем, в основе всех технических решений по созданию функциональной структуры и обеспечивающей части подобных систем находится понятие «архитектура системы» [3,4].

Этапу разработки ИАС предшествует этап формирования программы разработки, реализации и внедрения ИАС, опирающаяся на ряд принципиальных организационных и технологических аспектов:

- Проектирование ИАС должно осуществляться на основе обобщенной комплексной функциональной модели, включающую функционирование системы подземных вод, механизм государственной системы мониторинга состояния подземных вод;

-Использование для создания и внедрения ИАС имеющегося потенциала информационных и технических ресурсов;

-Использование современных информационных технологий для обеспечения, важных для пользователей ИАС, возможностей, как открытость и доступность системы;

-Обеспечение модульности и расширяемости ИАС;

При разработке архитектуры ИАС были учтены основные задачи, которые система должна решать:

- Извлечение, преобразование и загрузка данных
- Построение хранилища данных
- Построение многомерных и реляционных витрин данных
- Анализ данных с использованием аналитического инструментария

Методический подход к процессу проектирования и разработки информационно- аналитической системы мониторинга подземных вод (ИАСМПВ) обусловлен требованиями конечного пользователя к функционалу ИАСМПВ [5].

В качестве конечных пользователей ИАСМПВ могут выступать:

- специалисты Комитета геологии и недропользования и его структурных подразделений;

-специалисты региональных режимных гидрогеологических партий;

Процесс определения требований велся по двум основным направлениям: в области знаний о предметной области и в области вариантов использования реализуемой системы. Эти два направления исследования требований дополняли друг друга и привели к определению высокоуровневой модели требований для разрабатываемой системы, на основе которой затем была спроектирована архитектура системы.

Требования, выявленные на основании знаний о предметной области, были описаны документах технического проекта.

Анализ проблемной области позволил выделить основные ключевые моменты изучаемых процессов мониторинга подземных вод [6]:

- Государственный мониторинг подземных вод *осуществляется* Комитетом геологии и недропользования по инвестициям и развитию Республики Казахстан, его структурными подразделениями и подрядными организациями;

- Государственный мониторинг подземных вод *является* частью Государственного мониторинга недр Республики Казахстан;

- Государственный мониторинг подземных вод *представляет* собой систему регулярных наблюдений и контроля, на основе которой дается оценка существующего состояния подземных вод и прогноз его изменения под влиянием антропогенного воздействия;

- Государственный мониторинг подземных вод *проводится с целью* наблюдения за гидрогеологическим и гидрогеохимическим режимами подземных вод, их добычей и использованием, выявления негативных процессов изменения состояния подземных вод, оценки и прогнозирования их развития, получения и обеспечения государственных органов, юридических лиц и граждан полной, достоверной и своевременной информацией необходимой для рационального использования и охраны подземных вод от истощения и загрязнения;

- Государственный мониторинг подземных вод *изучает* режим подземных вод (уровень, температуру, гидрохимические показатели), состояние подземных вод и его изменение под влиянием природных и техногенных факторов, эксплуатационные запасы и прогнозные ресурсы подземных вод, добычу и использование питьевых, технических и минеральных вод, загрязнение подземных вод.

Анализ проблемной области показал [7], что основной объем информации мониторинга формируется за счет данных по объектам наблюдений в регионах, а также осуществляется сбор, накопление, систематизация, анализ и обобщение данных со всех источников информации, в том числе с объектного мониторинга, ведение которого обеспечивается водопользователями в соответствии с договорами водопользования. Данные через единый Web-интерфейс, достурный на клиентских ПК в регионах вводятся в единую централизованную Республиканскую БД.

В результате проведенного анализа были установлены следующие требования к функциям информационного обеспечения проектируемой системы (таблица 1)

Компоненты информационно-аналитической системы мониторинга подземныъх вод. Как выше было сказано информационно-аналитическая система - сложный технико-технологический и программный комплекс. Рассмотрим компоненты ИАС.

СУБД. Разрабатываемая информационно-аналитическая система мониторинга подземных вод должна обеспечивать согласованное ведение информационных ресурсов, которые представляют собой интеграцию информации из разных баз данных, справочно-статистических данных. ИАСМПВ должна обеспечивать использование согласованной системы справочников, классификаторов, т.е. ИАСМПВ должна быть основана на создании интегрированных распределенных БД. Работа с базами данных в режиме многопользовательского доступа в условиях территориальной распределенности организаций-пользователей как в рамках локальных сетей, так и на основе Internet определяет архитектуру ИАСМПВ как развитие архитектуры «клиент - сервер» в трехзвенную «клиент - сервер приложений - сервер БД» и требует универсального подхода к разработке настольных и web- компонентов системы [8].

Таблица 1. **Функции информационного обеспечения проектируемой ИАСМПВ**

Функции	Состав функции
Формирование информационных ресурсов и унифицированное ведение учетных данных	Унификация состава и структуры информационных ресурсов ИАСМПВ
	Унификация классификационной основы системы показателей и параметров
	Регламентация ведения массивов учетных данных
	Ввод данных наблюдений за состоянием подземных вод
	Формирование первичной отчетности
	Привязка данных наблюдений к объектам мониторинга
	Сбор и передача наблюдений и сведений статистической отчетности
	Подготовка картографических основ для отображения данных наблюдений
	Формирование интегрированных баз данных для ведения учетных данных
	Отображение учетных на картографической основе
Оценка и прогноз состояния подземных водна различных иерархических уровнях	Формализация критериев оценки состояния ПВ и форм отчетной информации
	Фиксация способов расчета прогнозных показателей состояния ПВ
	Анализ временных рядов и наблюдений
	Статистическая обработка данных и сведений отчетности для получения агрегированных показателей по комплексу параметров
	Сведение и обощение информации на разных иерархических уровнях
	Моделирование объектов, явлений и процессов, наблюдаемых в системе ПВ
	Прогнозирование динамики изменения объектов наблюдения

СОД является важной компонентой прикладных ИАС и представляет собой комплекс аналитических инструментов, включающий как функции, являющиеся общими для любой системы мониторинга (анализ временных рядов наблюдений, статистическая обработка данных и сведений отчетности для получения обобщенных показателей, получение и графические представления агрегированных показателей по комплексу параметров, сведение информации по уровнял» управления), так и специализированные функции, необходимые для решения специфичных задач, присущих конкретной ИАС. Такие средства могут быть уже реализованы в различных средах программирования, наличие и обоснование использования таких средств определяют необходимость подключения к создаваемой системе внешних аналитических компонентов.

ГИС. Одним из основных видов информации при решении прикладных задач в сфере недропользования являются пространственно-привязанные данные [9]. Анализ геоинформации позволяет зафиксировать положение и состояние объектов наблюдения на территории, выявить изменения их характеристик в пределах объектов обобщения (административных или физико- географических регионов), а также получить новую информацию по объектам мониторинга на основании обработки исходных картографических данных методами статистических или эвристических оценок, районирования и др.

Поэтому ГИС-компонента является важной составляющей прикладных систем.

Территориально-распределенный характер ИАСМПВ определяет схему ее организации как централизованную БД с функционированием в глобальной сети Интернет [10].

Выбор Web-варианта организации ИАСМПВ позволяет удаленный доступ к централизованной БД, оперативность сбора н использования данных (on-line режим), целостность данных (вследствие использования единого хранилища информации), достоверность данных (вследствие ввода информации непосредственными сборщиками данных и наблюдателями), отсутствие искажении в данных вследствие их многократного ввода и перезаписи и экономия затрат на повторный ввод данных [11].

Программный комплекс ИАСМПВ, реализуемый средствами платформы, состоит из следующих компонент:

- базы данных под управлением промышленной СУБД;
- клиентских мест пользователя БД, реализующих доступ к информационным ресурсам в локальной сети, либо в сети Интернет;
- сервера приложений для публикации ИАСМПВ в Интернет;
- подсистемы отображения пространственной информации, включающей рабочее место внешней ГИС в рамках выбранной промышленной оболочки
- встроенное клиентское место пользователя ГИС, функционирующее на основе Web ГИС-сервера;
- приложения для конвертации данных;
- приложения-системы поддержки принятия решений.

Использование универсального механизма доступа к данным обеспечивает возможность работы платформы с различными СУБД.

Заключение

Таким образом при проектировании и разработке информационно-аналитической системы мониторинга подземных вод (ИАСМПВ) были определены и реализованы следующие задачи:

- формализованное описание системы мониторинга подземных вод;
- определение этапов разработки системы мониторинга и функций на каждом этапе;
- выработка формального описания требований к системе мониторинга;
- определение методики проектирования и разработки ИАСМПВ;
- определен состав компонентов ИАСМПВ
- разработка схем организации и функционирования ИАСМПВ;

ЛИТЕРАТУРА

[1] Горшков М.В. Экологический мониторинг. Учеб. пособие // Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. –С. 313.

[2] ГОСТ ИСО/МЭК 15288–2005. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. – Введ. 01–01–2007. // М. : Стандартинформ, -2006. -С. 57.

[3] ГОСТ ИСО/МЭК 12207–2010. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств. – Введ. 01–03–2012. // М. : Стандартинформ, -2011. -С. 106.

[4] Устенко А.С. Основы математического моделирования и алгоритмизации процессов функционирования сложных систем.- М.: БИНОМ, -2000. -С. 96.

[5] Алексеева Т. В., Амириди Ю. В., Дик В. В. Информационные аналитические системы // Университетская серия, Синергия. -2013. - С. 384.

[6] Водный кодекс Республики Казахстан, 2003.

[7] Гранкин Ю. Я., Боровиков Е. Потенциальные источники загрязнения подземных вод и их характеристики // Бюллетень Казахского научно-исследовательского института водного хозяйства РК. -2012. -Р. 52-61.

[8] Van Dijk A., Renzullo L.J. Water resource monitoring systems and the role of satellite observations // Hydrology and Earth System Sciences. – 2011. - Vol.15. - №. 1. - P. 39-55.

[9] Самардак А.С. Геоинформационные системы: учебное пособие.- Владивосток: ТИДОТ ДВГУ, -2005. –С. 75.

[10] Schreiber R. P. The National Ground Water Monitoring Network Data Portal: From Pilot to Production, NGWA Summit // The National and International Conference on Groundwater, NGWA. – 2013. – P.212-219.

[11] Turganbaev E., Nugumanova A. Design of the remote access to the «Ground water of the Republic of Kazakhstan» database // International Scientific and Practical Conference «Green economy is the future of humanity». - 2014.- P. 1665-1677

Бельдеубаева Ж.Т., Рахметуллина С.Ж.

Жерасты сулардың күйің мониторингтеу ақпаратты-аналитикалық жүйенің сәулетің әзірлеу әдістемесі

Түйідеме. Қазіргі заманда букіл әлемде және сонымен бірге Казакстанда сапалы су корының мәселесі көкейкесті. «Жерасты сулар» акпаратгык жуйенің деректер базасында, жерасты сулардың куйің байкау нәтижесінде, бай материал жиналган. Бұл материал негізінде жерасты сулардың куйің бағалай үшін әзірленген ішкі жүйе деректерді тиімді қолдануға, жерасты судың күйі туралы ақпаратты дер кезінде және шұғыл алуға мүмкіндік береді. Бұл мақалада жерасты сулардың куйің мониторингтеу ақпаратты-аналитикалық жүйенің сәулетің әзірлеу әдістемесінің сипаттамасы берілген.

Негізгі сөздер: жер асты суларының ластануы, жерасты суларының күйін бағалау, ақпараттық технология, жерасты суларының күйінің индикаторлары.

Beldeubayeva Zh.T., Rakhmetullina S.Zh.

The methodology of the architecture of information-analytical state of groundwater monitoring system

Summary. At present, throughout the world and in particular in Kazakhstan acute problem of water quality stocks. The database information system "Groundwater" accumulated a wealth of empirical data obtained by monitoring the state of the groundwater.

Development of a subsystem assessment of groundwater based on this material, allows more efficient use of data in a timely maimer and promptly receive reliable information about the state of groundwater.

This paper describes the methodology of complex integrated assessment of groundwater-based index system, which is regarded as a scientific assessment of the analytical framework subsystem groundwater status.

Key words: groundwater pollution, vulnerability assessment of groundwater, information technology, indicators of groundwater status.

УДК 544.653.1

Абдуразова П.А., Сатаев М.С., Қошқарбаева Ш.Т.
(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы, abdurazova-p@mail.ru)

МЕТАЛЛ ЖӘНЕ МЕТАЛЛ ЕМЕС БҰЙЫМДАРДЫҢ БЕТТЕРІНДЕ МЫС ГАЛИДТЕРІН ФОТОХИМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ҚОНДЫРУ ҮРДІСІН ЗЕРТТЕУ

Түйіндеме. Жұмыста әртүрлі үлгілердің беттерінде мысқұрамды қабықшаларды қондырудың жолдары зерттелінді. Үлгі ретінде тегіс бетті жалпақ мыс пластиналары мен мата пайдаланылды. Зерттеуге алынған үлгіні ерітіндіге батырып, оларды күннің энергиясымен тұндырып, үлгі бетіне мысты қондыру жұмыстары жүргізілді.

Кілт сөздер: мыс галиді, металл пластиналары, мата, пластмасса, галидтердің ыдырауы

Қазіргі кезде бірегей физикалық қасиеттерге ие және фотонды қондырғыларды, химиялық және биологиялық сенсорларды жасауға қажетті болашағы зор материалдар ретінде есептелетін тізбек, сақина және үш өлшемді тыс торлы түрде реттелген мыстың нанобөлшектерін алуға мүмкіндік беретін әдістер жетерлік. Сондай әдістердің бірі ретінде фотохимиялық жолмен металл және металл емес бұйымдардың беттеріне мыстың галидтерін қондыру болып табылады.

Фотохимиялық реакциялар химиялық реакцияға түсетін заттардың бірі сәуле квантын өзіне сіңіріп, нәтижесінде өзі активті бөлшекке айналып одан әрі жүретін реакциялар. Фотохимиялық реакциялар газдарда да, сұйықта да, катты заттарда да жүре береді.

Фотохимиялық рекцияның орындалуында қозған қалыптың өмір сүру уақытының маңызы аса зор, өйткені бұл уақыттың ішінде молекула артық энергияны сақтайды. Сондықтан көптеген фотохимиялық реакцияларға триплетті қозған қалыптағы молекулалар қатысады, өйткені мұндай молекулалардың синглетті қалыппен салыстырғанда өмір сүру уақыты анағұрлым көп болады [1].

Зерттеу жұмысының мақсаты - металл және металл емес материалдарға мысқұрамды қабықшаларды фотохимиялық тұндыру. Өйткені мыстың (I) галидтері жарық сезгіштік қасиетке ие. Жұмыста әртүрлі үлгілердің беттерінде қапталарды алу жолдары зерттелді. Қаптамаларды алудағы үлгілер ретінде жалпақ жылтыр қабатты металл пластиналар және мақта-мата қолданылды.

Мыс (I) хлоридтері әдетте ақ түсті, бірақ жарықтандыру кезінде қарайды [2]. Бұл өзіндік тотығу-өзіндік тотықсыздану реакцияларының жүруімен түсіндіріледі.

$$2CuCl_2 \longrightarrow 2CuCl + Cl_2 \qquad (1)$$

Сонымен қатар мысты (II) күкіртті газымен тотықсыздандыру арқылы алуға болады:

$$2CuSO_4 + 2NaCl + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2CuCl\downarrow + 2H_2SO_4 + Na_2SO_4 \qquad (2)$$

-хлоридтердің артық мөлшерінде сульфитпен тотықсыздандыру:

$$2Cu^{2+} + 3Cl^- + 3SO_3^{2-} + H_2O \rightarrow 2CuCl\downarrow + 2SO_4^{2-} + 2HSO_3^-$$

-қайтарымды диспропорциалану реакциясы жүруі мүмкін:

$$CuSO_4 + 2NaCl + Cu \longrightarrow 2CuCl\downarrow + Na_2SO_4$$

Мыс және оның балқымаларының беттерінде бір валентті мыс хлоридінің қаптамасын алу аса қиын шаруа емес [3]. Бұл үшін осы бетті екі валентті мыс тұзы бар ерітіндімен өңдесе жеткілікті.

Үлгінің берілген ерітіндіге батырғанда беткі қабат бірнеше минут аралығында мынадай реакцияның жүруі салдарынан ақшыл түсті қаптамамен қапталады: [4]:

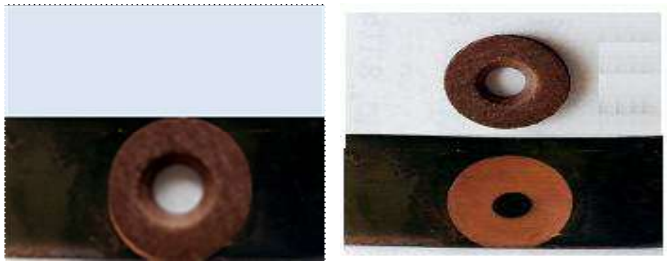
$$CuSO_4 + 4KBr + Cu \rightarrow 2K[CuBr_2] + K_2SO_4 \quad (3)$$

$$K[CuBr_2] \rightarrow CuBr + KBr$$

$$2CuBr_2 \longrightarrow 2CuBr + Br_2 \quad (4)$$

Бромды калийді хлорлы калийге (немесе натрийге) алмастыру үлгі бетінің жарықтандырылған және жарықтандырылмаған аймақтарындағы қарама-қарсылықты бәсеңдетуге әкелді. Мүмкін, бұл мыстың бір валентті хлоридтерінің сәйкесінше бромидтермен салыстырғандағы жоғары ерігіштігіне байланысты болуы керек. Жарықтандыру кезінде беткі қабаты жылдам күңгіртті қаптамалардың алынуы (1-сурет).

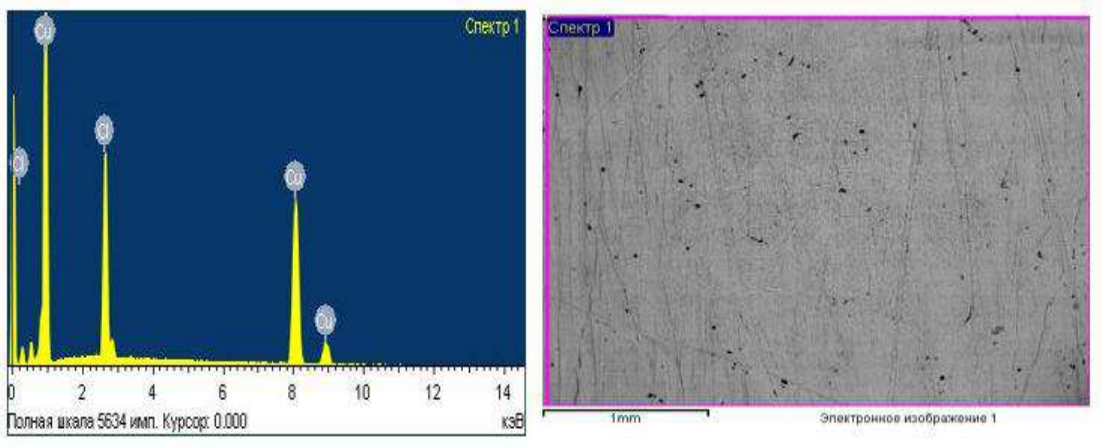
Мұндай үлгілі сумен шаюсыз ISM-6490-LV (JEOL, Япония) электронды микроскобымен зерттеленді. Бұл микроскоп беттік қаптамалардың элементтік құрамын және құрылымын анықтауға мүмкіндік береді. Дәл осында шайбамен жабылған аймақтарды жарықтандырғанда (2-сурет) қаптамадағы мыс және хлор бірдей қатынасты екендігі анықталды.



1-сурет. Шайбамен және шайбасыз мыс үлгілеріне күн сәулесінің әсері

1-кесте. **Мыс үлгілерінің элементтік құрамы**

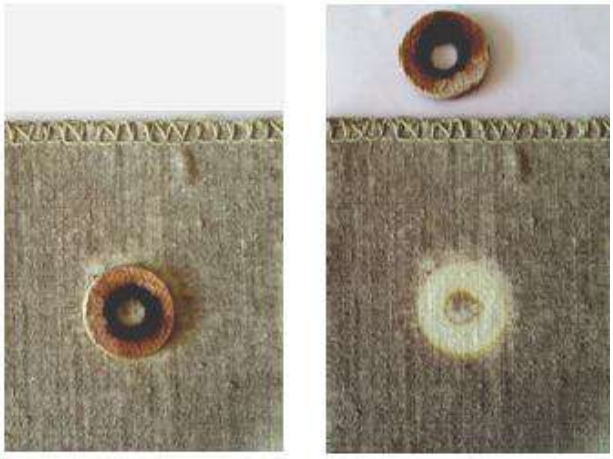
Элемент	Салмақтық, %
Cl	19,29
Cu	80,71



2-сурет. Металл пластинасының бетіне орнатылған мыс хлориді қаптамасының құрамы және құрылымы

Екінші үлгі - ақ түсті мата. Біз мата 5х5 өлшемдегі үлгілерге бөлдік және ерітіндіге батырдық. Кейіннен үлгілерді шаю ерітінділеріне батырдық. Содан соң екінші үлгіні күн сәулесінің астына қойдық.

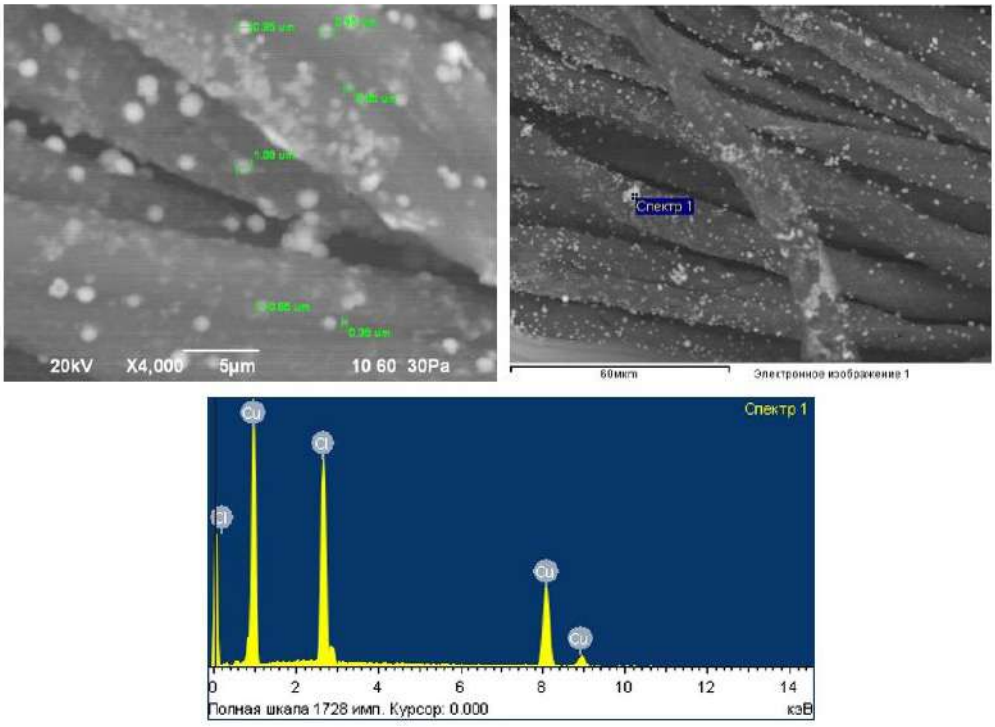
3-суретте ерітіндіге батырылған және шайбамен, шайбасыз күн сәулесіне қойылған үлгілер, ал 4-суретте электронды микроскоппен зерттелінген үлгінің құрамы мен құрылымы және өлшемдері көрсетілген.



3-сурет. Шайбамен және шайбасыз күн сәулесінің әсерінен кейінгі мыс хлоридімен қапталған матаның үлгісі

2-кесте. **Мыс үлгілерінің элементтік құрамы**

Элемент	Салмақтық, %
Cl	31,87
Cu	68,13



4-сурет. Мата бетіне орнатылған мыс хлориді қаптамасының құрамы, құрылымы және спектрлердің өлшемдік бейнесі

Металл және металл емес бұйымдардың беттерінде мыс (I) галидтерін фотохимиялық әдіспен тұндырудың жолдары зерттелінді. Мыс (I) галидтерінің жарық сезгіш қасиеттерінің жоғары екіндігі анықталды. Фотохимиялық әдіспен алынған қаптаулардың негізгі ерекшелігі химиялық тотықсыздандырғыштар қолданылмайды, оның міндетін күн сәулесі атқарады. Әр түрлі материалдардың қасиеттерін жақсарту мақсатында наноөлшемді қаптамаларды жасаудың негіздері келтірілді. Қаптамаларды қондырудың қазірге дейінгі белгілі әдістердің негізінде тәжірибелерді жүргізу және талдау әдістері таңдалынды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Мосин О.В. Физиологическое воздействие наночастиц меди на организм человека. - NanoWeek, 17–23 июня 2008, No. 22

[2] Лидин Р. А. и др. Химические свойства неорганических веществ. – 3-е изд., испр. -М.: Химия, 2000. – 480 с.

[3] Seidell A. Solubilities of inorganic and metal organic compounds. - 3ed. vol.1. - New York: D. Van Nostrand Company, 1940. - С. 476-487

[4] Рипан Р., Четяну И. Неорганическая химия. Химия металлов. – М.: Мир, 1972. -Т. 2. – 871 с.

Абдуразова П.А., Сатаев М.С., Кошкарбаева Ш.Т.

Исследование процесса покрытия галидов меди на металлических и неметаллических поверхностях фотохимическим методом

Резюме. В работе исследованы возможности нанесения медьсодержащих пленок на поверхностях различных образцах. Для исследования были использованы плоские и гладкие медные пластины и ткань. Образец исследования был погружен в раствор, их осаждали солнечной энергией, проводилась работа по нанесению меди на поверхности образца.

Ключевые слова: галид меди, металлические пластины, ткань, пластмасса, разложения галидов.

Abdurazova P.A., Sataev M.S., Koshkarbaeva Sh.T.

Method of application of gold metal on the dielectric surface products

Summary. The article presents a method of applying gold films on surfaces of various materials. According to the process of application to surfaces of various materials coated articles sorption layer of gold chloride solution is carried out by dipping into a solution containing 10-150 g / l $AuCI_3$, a gold recovery process is carried out at room temperature with gaseous phosphine.

Key words: cotton cloth, polyvinyl chloride, polystyrene, gold film, copper phosphide phosphide gold, phosphine gas.

УДК 004.89

З.И. Самигулина, Н.Ж. Саргужиева
(Казахский национальный технический исследовательский университет имени К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, zarinasamigulina@mail.ru)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ НА ОБОРУДОВАНИИ SCHNEIDER ELECTRIC

Аннотация. В настоящее время актуальны исследования по разработке систем автоматизации для объектов нефтегазовой отрасли на современном промышленном оборудовании. В работе представлен технологический процесс производства товарного газа на базе предприятия "Карачаганак Петролиум Оперейтинг Б.В.", анализ математической модели абсорбционной колонны высокосернистого газа. Разработана система ПИД регулирования потоком абсорбента. Представлен комплекс технических средств на оборудовании Schneider Electric. Моделирование реализовано в пакете прикладных программ MATLAB.

Ключевые слова: Schneider Electric, ПИД-регулирование, моделирование MATLAB, товарный газ, абсорбционная колонна.

Энергетический сектор Казахстана, является самым привлекательным для инвестиций в долгосрочной перспективе, по мнению почти 50% инвесторов. С каждым годом позиции Казахстана в мировом нефтяном сообществе упрочняются, и страна является влиятельным игроком на мировом рынке нефти. В настоящее время в республике ведут деятельность более 100 казахстанских и инос-

транных компаний нефтегазового профиля [1] и более перспективным энергоносителем становится природный газ. Согласно ежегодному статистическому обзору мировой энергетики 2015 (Statistical Review of World Energy 2015) Казахстан занимает 19 место в мире по запасам природного газа [2]. При транспортировке газа по трубопроводам возникает проблема, связанная с присутствием водяных паров в газе, что негативно сказывается на аппаратах и коммуникациях установок переработки и транспортировки. Для решения данной проблемы обязательным условием подготовки газа к транспортировке по магистральным газопроводам служит процесс осушки газа [3].

Рассмотрим процесс осушки при получении товарного газа с помощью абсорбционной колонны и реагентов на базе растворов диэтиленгликоля (ДЭГ). Применение гликолей в качестве абсорбентов объясняется тем, что они удовлетворяют требованиям, предъявляемым к абсорбентам: высокая взаиморастворимость с водой, простота регенерации, малая вязкость и низкая коррозионная активность, неспособность к образованию пены. Процесс абсорбции представлен на рисунке 1 и протекает следующим образом: влажный газ поступает в нижнюю часть установки, ниже нижней тарелки и панели туманоуловителя, где происходит частичное отделение капельной жидкости и твердых веществ, одновременно навстречу ему из верхней части колонны стекает раствор поглотителя. Попадая в массообменную секцию, отделенный газ из туманоуловителя направляется вверх к нижней тарелке и проходит через нее, таким образом, создается равномерное распределение потока по направлению к насадке. В насадочной секции влажный высокосернистый газ, приходя в фактический контакт с гликолем, достигает необходимого содержания воды. После поступает на выходную фильтрующую секцию, где отбивается унесенный капельный гликоль.

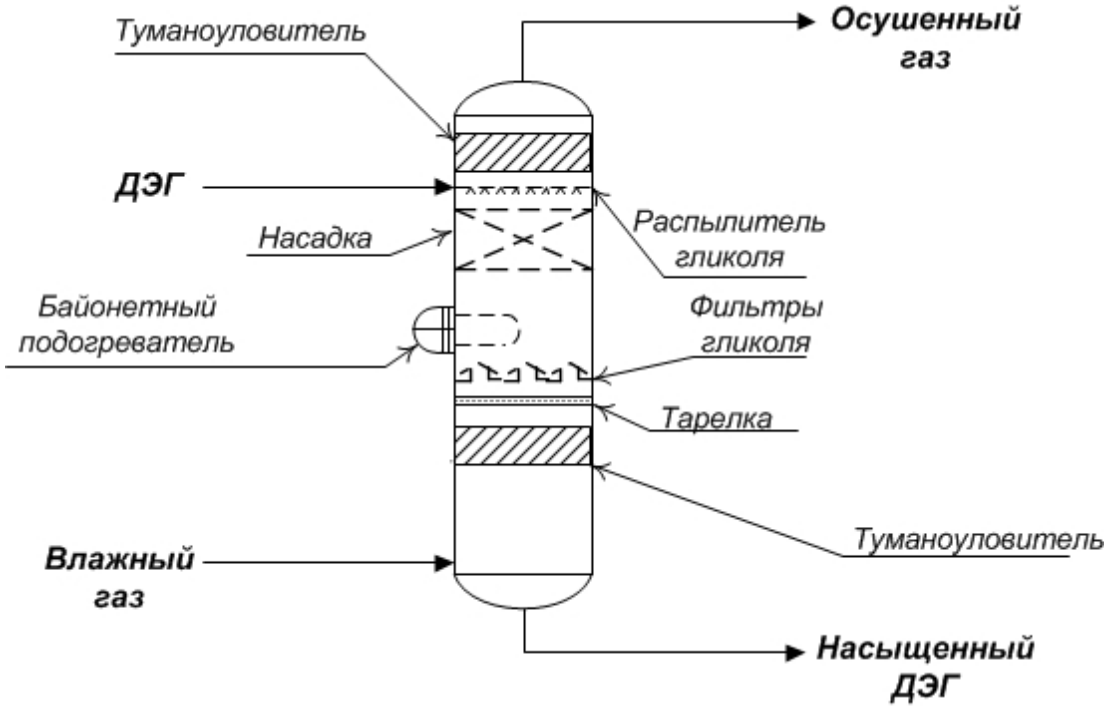


Рис. 1. Схема гликолевого абсорбера

Затем ДЭГ, насыщенный влагой, подается в сепаратор, где из него выделяется газ, поглощенный внутри установки и отправляется на регенерацию. Регенерированный гликоль поступает в верхнюю часть абсорбера и равномерно распределяется над насадкой с помощью соответствующего распылителя. Насыщенный гликоль собирается в нижней тарелке (кубовая часть) и отправляется, при регулировании уровня, к фильтрам гликоля. На рисунке 2 представлена схема процесса дегидратации высокосернистого газа.

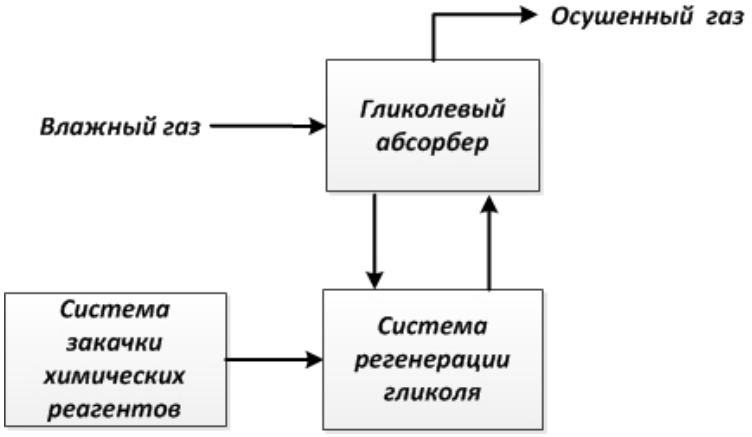


Рис. 2. Схема процесса дегидратации высокосернистого газа

Рассмотрим математическую модель насадочной колонны [4].

$$\frac{dx_1}{dt} = -\frac{(L+Vd)}{M}x_1 - \frac{Vd}{M}x_2 + \frac{L}{M}x_f \qquad (1)$$

$$\frac{dx_n}{dt} = -\frac{(L+Vd)}{M}x_n + \frac{Vd}{M}x_{n-1} + \frac{L}{M}y_{n+1}$$

где, **L** - моль инертной жидкости единицу времени (расход гликоля);

V - молей инертного газа в единицу времени (расход газа);

M - моль жидкости на фазу (молярный показатель жидкости на стадию);

$\mathbf{x_j}$ = моль растворенного вещества на моль инертной жидкости;

$\mathbf{y_j}$ = моль растворенного вещества (стадии J) на моль инертного пара (стадия J);

В данном процессе абсорбент и бинарная газовая смесь взаимодействуют в две фазы, число компонентов равно трем. Согласно, правилу фаз Гиббса, число степеней свободы системы равно трем [4]. Математическая модель (1) с основными параметрами представлена следующим образом:

$$\frac{dx_1}{dt} = -0{,}65x_1 - 0{,}25x_2 + 0{,}4 \qquad (2)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = 0{,}4\,x_1 - 0{,}65x_2 + 0{,}25\,x_3 \qquad (3)$$

$$\frac{dx_3}{dt} = 0{,}4x_2 - 0{,}65x_2 + 0{,}5 \qquad (4)$$

Математическая модель (2-4) процесса абсорбции в пространстве состояний представлена в следующем виде:

$$\dot{x}(t) - Ax(t) + Bu(t) \qquad (5)$$

$$y(t) = Cx(t) + Dx(t) \qquad (6)$$

Матричная форма представлена в (7):

$$A = \begin{bmatrix} -0{,}65 & 0{,}25 & 0 \\ 0{,}4 & -0{,}65 & 0{,}25 \\ 0 & 0{,}4 & -0{,}65 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0{,}4 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0{,}5 \end{bmatrix}, \; C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad (7)$$

где A называется матрицей системы, представляет собой коэффициенты при неизвестных переменных уравнений (2-4), размерностью $(n \times n)$; B представляет собой матрицу входа $(n \times m)$, вектор столбец свободных коэффициентов; матрица $C\ (n \times p)$ является матрицей выхода.

Рассмотрим моделирование математической модели (7) в пакете прикладных программ MATLAB. Передаточная функция системы представлена в (8).

$$G = \frac{0{,}4s^2 + 0.52\,s + 0.129}{s^3 + 1.95s^2 + 1.068s + 0.145} \qquad (8)$$

Полюса характеристического уравнения равны: s_1 = -1.0968; s_2 = - 0.6497; s_3 = -0.2035. Переходный процесс передаточной функции (8) представлен на рисунке 3.

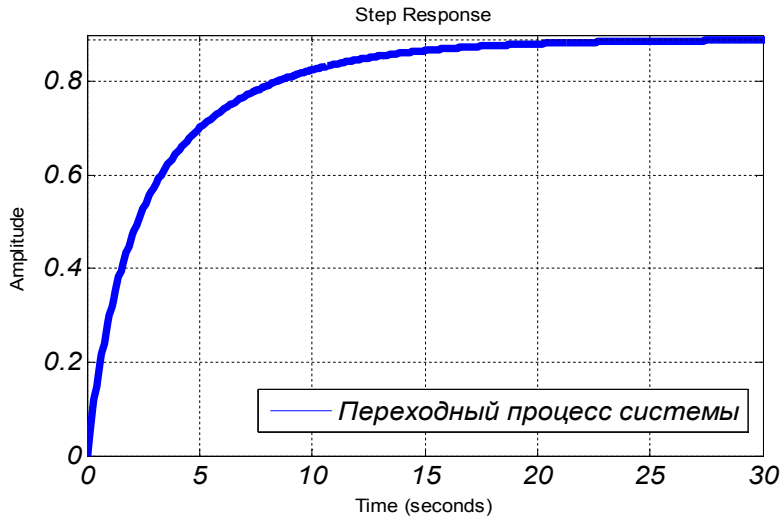


Рис. 3. Переходной процесс системы

На основании проведенного анализа математическая модель абсорбционной колонны является устойчивой и пригодна для синтеза системы управления.

Рассмотрим систему ПИД-регулирования процессом абсорбции в пакете прикладных программ MATLAB Simulink. Для подбора параметров регулятора используется иструмент MATLAB - PID Tuner. На рисунке 4 представлена система без регулятора, которая состоит из объекта управления (абсорбционная колонна), регулирующего клапана и датчика, а так же замкнутая система с ПИД регулятором.

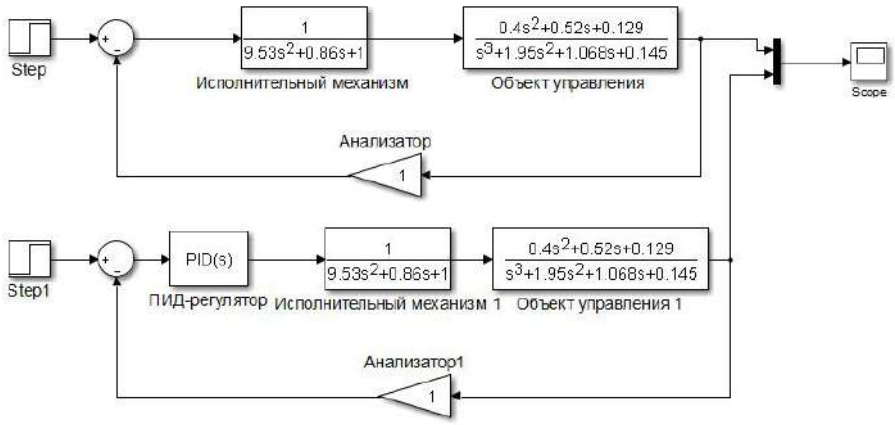


Рис. 4. Структурная схема замкнутой системы без регулятора и с ПИД-регулятором

Графики моделирования переходных процессов двух систем представлены на рисунке 5.

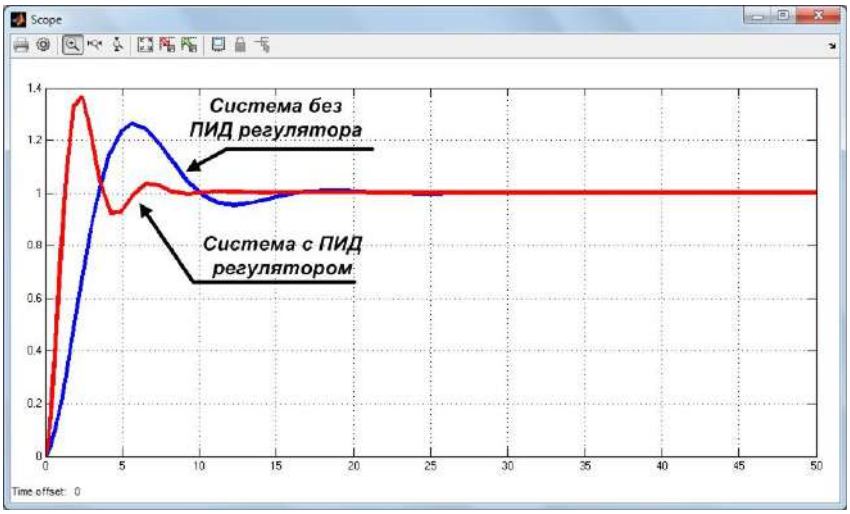


Рис. 5. График переходных процессов для двух систем

Далее рассмотрим разработанную систему автоматизации на оборудовании Schneider Electric (Рисунок 6). Комплекс технических средств состоит из программируемого логического контроллера Modicon M340 под управлением Unity Pro, который связан с терминалом управления, станции оператора, регулируемого клапана, датчиков давления, расходомеров, анализатора влажности и т.д. [5].

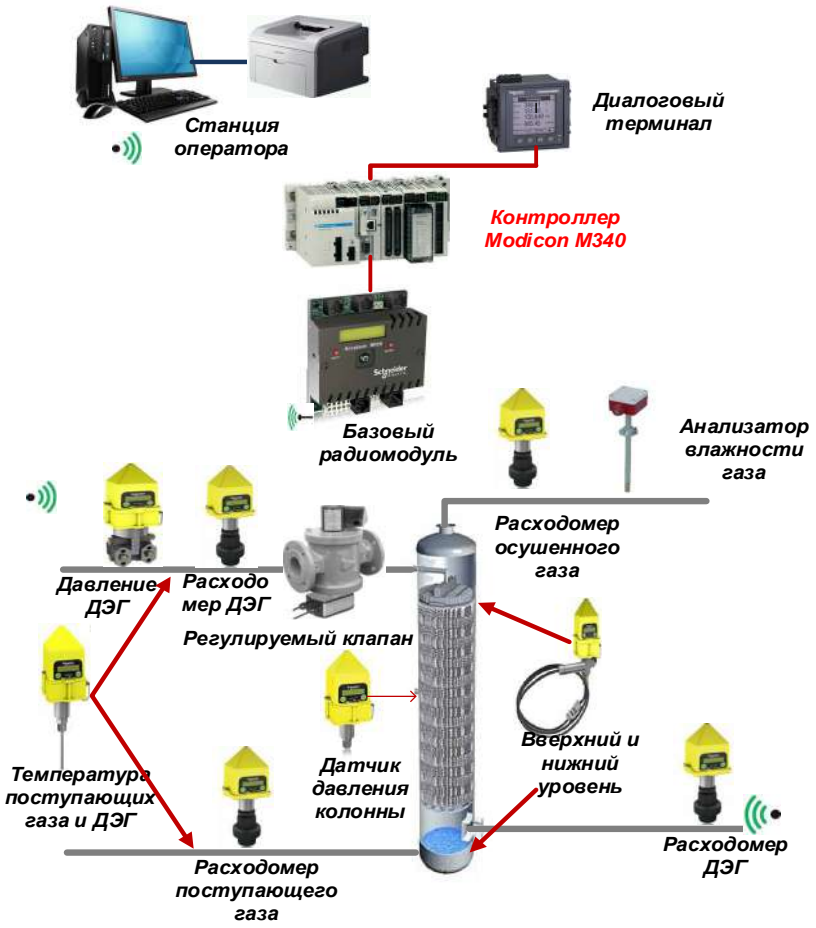


Рис. 6. Система автоматизации на оборудовании Schneider Electric

Программируемый логической контроллер реализует ПИД-регулирование процессом абсорбции высокосернистого газа за счет управления регулирующим клапаном на основе показаний датчиков.

Разработанная система автоматизации реализована на реальных производственных данных предприятия "Карачаганак Петролиум Оперейтинг Б.В.". Создание автоматизированных систем управления объектами нефтегазовой отрасли на базе современного промышленного оборудования фирмы Schneider Electric и с помощью моделирования процессов на базе программного продукта для ведения инженерных исследований MATLAB является перспективным направлением создания надежных систем автоматического управления.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Андарова Р.К. Нефтегазовый сектор экономики — главный приоритет, обеспечивающий экономический рост в Республике Казахстан // Вестник КарГУ .- 2012. - С. 8-12.

[2] Statistical Review of World Energy 2015. http://www.bp.com.

[3] Васильев К.К., Служивый М.Н. Математическое моделирование систем связи: учебное пособие. - 2008. – 170 с.

[4] Mohamed MAS Mahmoud Modelling of fuzzy-based controller for a typical gas absorber system //International journal of mathematical models and methods in applied sciences. – 2011. - P. 949-956.

[5] Samigulina G.A., Samigulina Z.I. Word Implementation of Intellectual Immune Network Technology Controlling the Complex Objects // IEEE 8th International Conference on Application of Information and Communication Technologies, AICT2014. -Astana, 2014. -P. 344-347.

Самигулина З. И., Саргужиева Н.Ж.

Мұнай-газ объектілерін schneider electric жабдығында автоматтандыру

Түйіндеме. Қазіргі уақытта заманауи өнеркәсіптік жабдықтарда мұнай-газ саласы объектілері үшін автоматтандыру жүйелерін құру бойынша зерттеу-өзекті мәселе. Жұмыста тауарлық газды өндіру технологиялық процесі "Қарашығанақ Петролиум Оперейтинг Б. В." кәсіпорнының базасында ұсынылған,жоғары күкіртті газдың абсорбциялық колоннасының математикалық моделі көрсетілген. Абсорбент ағынымен жүйені ПИД реттегішпен реттеу жасалған. Schneider Electric жабдықтарында техникалық құралдар кешені ұсынылған. Моделдеу MATLAB қолданбалы бағдарламалар пакетінде жүзеге асырылған.

Негізі сөздер: Schneider Electric, ПИД реттегіш, MATLAB моделдеу, тауарлық газдың абсорбциялық колоннасы.

Samigullina Z.I., Sarguzhieva N.Z.

Automation objects in the oil and gas industry equipment schneider electric

Summary. At present, relevant research on the development of automation systems for the oil and gas industry in the modern industrial equipment. The paper presents the technological process of production of commercial gas on the basis of the enterprise "Karachaganak Petroleum Operating BV", the analysis of the mathematical model of the absorption column sour gas. A system of PID control the flow of absorbent. The complex of technical means on the equipment Schneider Electric. Modeling package implemented in MATLAB applications.

Key words: Schneider Electric, PID control, the MATLAB simulation, commercial gas, absorption column.

УДК 621.311

А. Б. Хабдуллин, З.К. Хабдуллина, А. Б. Хабдуллин, Г.А. Хабдуллина
(Рудненскийиндустриальный институт, Рудный, Костанайская область,
Республика Казахстан, aset85@mail.ru)"

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ «РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ШИХТОВЫМ ПОЛЮСОМ»

Аннотация: Разработана программа по расчету параметров синхронного двигателя с шихтовым полюсом.В работеиспользованыразличные методы программирования, включившие в себя исследования по методам расчета характеристик параметров синхронных двигателей и их потерь.

Ключевые слова: пусковые характеристики, шихтовый полюс, схема замещения, режимы параметров, потери мощности обмотки возбуждения, графики зависимостей обмотки возбуждения.

Целью разработки являетсяизучение методов расчета параметров схемы замещения, параметров режима и пусковых характеристик СД. Исследование проведены для реальных СД с шихтованным полюсом.

Висследуемой работе использовались различные методы программирования, включившие в себя исследования по методам расчета характеристик параметров синхронных двигателей и их потерь. При создании программы для ЭВМ использовались разработанные авторами программы алгоритмы расчёта, переведенные на машинный язык и реализованные в программной среде разработки Delphi на языке Pascal.

Разработанная программа необходима для ускорения расчетов параметров схемы замещения, параметров режима и пусковых характеристик асинхронных двигателей. Визуальное представление зависимостей потерь мощности с помощью графиков.

Синхронные двигатели с шихтованным полюсом (СДШП) являются наиболее распространенным типом явнополюсных СД с частотой вращения $n_{ном} \leq 1000$ об/мин. К ним относятся синхронные двигатели серий СД, СДН, СДВ, СДК (и ряда других), используемые в качестве приводов разнообразных промышленных механизмов (насосов, вентиляторов, мельниц, мешалок и т.п.). Пуск СДШП, как правило, осуществляется от полного напряжения сети при обмотке возбуждения, замкнутой на дополнительное пусковое сопротивление.

Параметры СД удобно выражать в относительных единицах, когда за базисные условия приняты: $S_Б = S_N$ – номинальная полная мощность СД; $U_Б = U_N$ – номинальное напряжение СД. Исключение составляет электромагнитный момент, который целесообразно выражать в долях от номинального момента двигателя.

Обобщенные параметры и пусковые характеристики СДШП рассчитываются по соответствующим соотношениям после определения параметров схемы замещения.

К основным техническим характеристикам относятся:

Требования к операционной системе - Windows XP/7/10

Требования к ОЗУ - не ниже 256 Mb

Требования к видео - режимы VGA

Требования к процессору - Pentium 4 и выше

Требования к жесткому диску - наличие как минимум 20 мегабайта свободного пространства.

Средой программирования является Delphi. Используя каталожные данные двигателя и заранее подготовленные алгоритмы расчета (составленные по общеизвестным формулам для расчета параметров двигателей), программа выдает пользователю результаты расчетов, строит графики потерь.

Основные функции при работе с программойпозволяют хранить в себе каталожные данные двигателей для последующего использования в расчётах;производить расчет параметров и характеристик асинхронных двигателей, представляя их удобочитаемом виде;создают графики зависимостей потерь мощности от напряжения;позволяют сохранить все полученные данные расчетов.

Работа с программой: для начала работы с программой необходимо наличие исходных данных о двигателе. Их возможно взять из справочных изданий, либо воспользоваться каталогом, встроенным в программу, для этого необходимо нажать на главное меню программы и выбрав параметр «показать каталог двигателей»

После того, как исходные данные будут введены (рисунок 2), достаточно нажать на кнопку «произвести расчёт» для получения результатов расчётов.

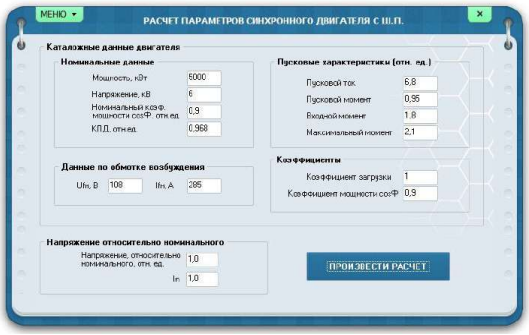


Рис. 2. Окно ввода исходных данных

Окно с результатами расчетов состоит из четырёх вкладок. Первая вкладка изображена на рисунке 3 и предоставляет пользователю результаты расчётов параметров итерационного процесса, активные и реактивные потери в двигателе, а также токи и полную мощность СД.

На второй вкладке показана схема замещения для СД и параметры сопротивлений для этой схемы.

На третьей вкладке показаны графики зависимостейM, P, Q, I, cosФ и КПД от скольжения (рисунок 4). Для наглядности каждый график имеет свой цвет.

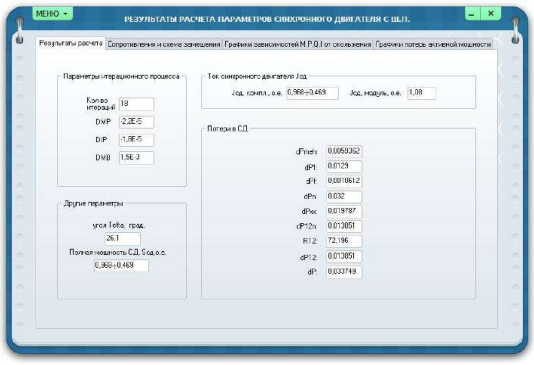


Рис. 3. Первая вкладка окна с результатами расчетов

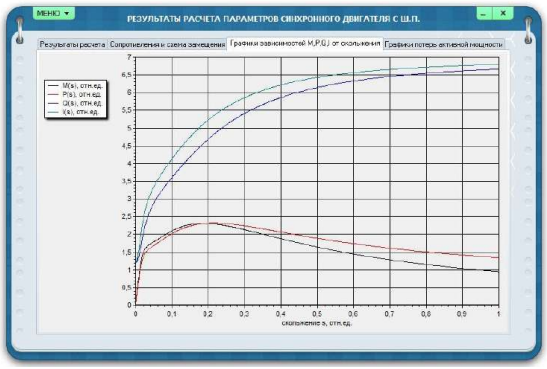


Рис. 4. Графики зависимостей M, P, Q, I, cosФ и КПД от скольжения

Четвертая вкладка показывает пользователю графики зависимостей потерь активной мощности от напряжения. В поле «настройка графиков» можно ввести свои параметры, чтобы найти оптимальное напряжение, при котором потери будут минимальными. Построение графиков по новым данным происходит нажатием на кнопку «перерисовать графики». Ниже приведена таблица с точными значениями минимального и максимального значения для потерь активной мощности.

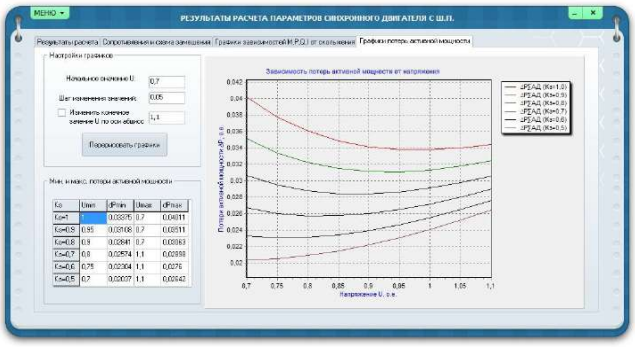


Рис. 5. Графики зависимостей потерь мощности от напряжения

В меню окна результатов расчета есть функция сохранения всех результатов расчетов полученных в программе. Данные сохраняются в файл с расширением .doc, который можно открыть любым редактором, читающим подобный формат текстового документа, например Microsoft Word, версией не ниже 2000.

Разработан алгоритм расчета, учитывающий все исходные данные, а также использующий в расчетах напряжение. Наглядное построение графиков зависимостей потерь мощности от напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гамазин, С.И. Переходные процессы в системах промышленного электроснабжения, обусловленные электродвигательной нагрузкой [Текст] : Монография/ С.И. Гамазин, В.А. Ставцев, С.А. Цырук. – М.: изд-во МЭИ, 1997. – 424 с.

[2] Кацман, М.М. Электрические машины [Текст]: Учеб. для студентов сред. проф. учебных заведений/ М.М. Кацман. -3 изд., испр. – М.: Высш. шк.; Издательский центр «Академия»; 2001.-463 с.: ил.

[3] Хабдуллин А.Б. Оптимизация установившихся режимов в системах цехового электроснабжения по критерию минимизации потерь мощности// Электрооборудование: эксплуатация и ремонт, 2012, № 2, с. 30-35.

[4] Khabdullin A, Khabdullina Z., Climate Considerations of the Electricity Supply Systems in Industries, Environmental and Climate Technologies№13, 2014г

Хабдуллин Ә.Б., Хабдуллина З.К., Хабдуллин А.Б., Хабдуллина Г.А.

Шихталы полюсі бар синхронды қозғалтқыш сипаттарының есебі «бағдарламасын даярлау»

Түйіндеме. Әзірленген бағдарлама шихталы полюсі бар синхронды қозғалтқыш параметрлерін есептеп шығаруға мүмкінік береді. Бұл бағдарлама «Электрэнергетика» мамандығының «Электір машиналары» оқу пәні үрдісіне еңгізілген.

Кілтті сөздер: жіберу сипаттамалары, шихталы полюс, орналастыру сызбасы, сипаттамалар режимі, қозғалту орамының қуатты шығыны, қозғалту орамының тәуелділік кестесі, қозғалту орамының қуат шығыны

Khabdullin A. B., Khabdullina Z.K., Khabdullin A.B., Khabdullina G.A.

Development of the program "The calculation of the parameters of the synchronous motor with the feedstock pole"

Summary. The developed program pozvodyaet calculate the parameters of the synchronous motor with the feedstock pole. The program is implemented in the educational process of discipline "Electrical machines" specialty «Electrical power».

Keywords: starting characteristics, charge pole equivalent circuit parameters of modes, the power loss of the field winding, field winding charts dependencies.

УДК 550.34

О.М. Белослюдцев, Н.Б. Узбеков, Е.М. Мусаев
(Институт сейсмологии, Алматы, Республика Казахстан)

ПОИСК ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В МАГНИТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОСНОВЕ НЕЛИНЕЙНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА

Аннотация. В работе приведены основные результаты применения методов выделения аномалий во временных рядах режимных электромагнитных наблюдений на Алматинском прогностическом полигоне. Используемые ранее методы поиска аномалий в электромагнитном поле на основе тектономагнитного эффекта положительных результатов в условиях Северного Тянь-Шаня не принесли. Корреляционные функции спектральных характеристик поля, вейвлет-анализ и расчеты фрактальной размерности вариаций и шумовых компонент во многих случаях позволяют выделить средне – и краткосрочные аномалии, квалифицируемые в качестве предвестников землетрясений.

Ключевые слова: электромагнитное поле, Алматинский прогностический полигон, локальные аномалий, спектральные характеристики, корреляционные функции, нуль-пересечений, длина графика, вейвлет-анализ, вейвлет Хаара, фрактальная размерность, предвестники землетрясений.

На юго-востоке Казахстана создан работающий в непрерывном режиме Алматинский прогностический полигон, на котором осуществляются наблюдения за вариациями обширного комплекса сейсмических, геофизических, гидрогеологических, наклономерно-деформационных и др. параметров. Стационарные измерения вариаций модуля полного вектора геомагнитного поля ведутся на 18 магнитовариационных станциях, на 4-х пунктах измеряются компоненты магнитного поля (рис. 1). Основной задачей геомагнитных исследований является поиск локальных аномалий в вариациях геомагнитного поля, предваряющих сильные землетрясения, и разработка алгоритма прогноза места, силы и времени сейсмического события в диапазонах времен средне- и краткосрочных прогнозов [1-4]. В соответствии с этой задачей, методика измерений и обработки данных направлена на получение непрерывных временных рядов значений поля на каждой магнитовариационной станции и определение разностей этих значений для различных пар станций по отношению к опорной, расположенной в относительно асейсмичном районе. Именно подобным способом представляется возможной обнаружение тектономагнитного эффекта, возникающего в земной коре сейсмоактивного региона [5-8].

В процессе создания системы геомагнитных наблюдений в Алматинском сейсмоопасном районе разработаны методические основы экспериментальных работ, выработан определенный методологический подход к интерпретации материалов [3,8,9]. Он заключается в том, что временные ряды рассматриваются как некий суммарный сигнал со сложным спектром частот, который представляет собой суперпозицию полей внутренних и внешних источников геомагнитных вариаций, осложненную случайными и систематическими ошибками эксперимента. При этом амплитудно-частотные свойства гармоник-помех и полезного сигнала (предвестника) частично или полностью перекрываются. В этом аспекте задача поиска предвестника землетрясений в геомагнитном поле представляется как задача выделения полезного сигнала на фоне помех [3].



Рис. 1. Схема расположения магнитовариационных станций на Алматинском полигоне

Нелинейный анализ. *Методика выделения аномалий.* Главным и основополагающим при выделении полезной аномалии является преобразование временного ряда наблюденного параметра в такой временной ряд, который:

- не имеет тренда:
- все аномальные отклонения в котором имеют один знак (положительный);
- может быть получен суммированием всех компонент, полученных в результате анализа исходного ряда;
- подчиняется законам статистики, имеет среднее, дисперсию (ненулевую) и каждое его значение определяется с вычисляемой ошибкой [10-12].

В процессе выявления информативности геофизических параметров производилась их обработка с подбором наиболее эффективными способа для каждого параметра и станции (локализация признаков-предвестников):

- аномалия в изменении среднего уровня:

$$A_i = X_i / S_\phi + (2...3)\sigma , \qquad \textbf{(1)}$$

где A_i – амплитуда аномалии, X_i – значение анализируемого ряда в каждой точке, $S_ф$ – величина среднего на фоновом отрезке ряда, σ - среднеквадратичное отклонение членов ряда на фоновом отрезке;

- аномалия в изменении уровня сигнала в ВЧ-области спектра (длина графика); которая рассчитывается как сумма приращений ординат (отсчетов) в сегменте (скользящем окне) ряда:

$$L_{wi} = \sum |X_{i+1} - X_i| ; \qquad A_{wi} = L_{wi} / S_\phi + (2...3)\sigma , \qquad \textbf{(2)}$$

где L_{wi} – длина графика в окне, X_i – значения ряда в каждой точке;

- аномалия в спектральной характеристике – смещение спектральных линий – это аномалия в числе нуль-пересечений или числе точек перегиба графика Z_w в скользящем окне, которое рассчитывается по условию: если $X_{i+1}>X_i<X_{i-1}$ или $X_{i+1}<X_i>X_{i-1}$, то X_i – точка перегиба Z_w.. Аномалия в числе точек перегиба $A_Z = A_{Z\,i} / \hat{S}_{zL} + 2\sigma$;

- аномалия в радиусе автокорреляции;
- аномалия в корреляционной функции двух исследуемых параметров, взятых в скользящем окне;
- аномальные изменения амплитуд волн, совпадающих по периоду с приливными. Для суточных данных – это полосовая фильтрация с $T_0 = 14$ сут.

Нормирование ряда производится на доверительный интервал фона $P_ф$, рассчитанный на фоновом участке ряда – интервале времени снижения сейсмической активности в окрестности анализируемого пункта наблюдений длительностью, достаточной для надежной статистики (не менее 300 точек).

В нашем случае аномалией считается положительное значение безразмерной величины, превышающее доверительный интервал – отклонение от среднего на уровне $X_ф + 2\sigma$ (90% вероятность) или $X_ф + 3\sigma$ (99.7% вероятность). При анализе временных рядов за многолетний период для каждого параметра было рассчитано фоновое среднее на сейсмически спокойном достаточно длительном, статистически представительном интервале времени, то есть не менее года для суточных значений, и этот порог в нормированных рядах равен 1.0. Все элементы рядов, имеющие значения меньше 1.0, принимались за находящиеся в пределах фона, в случае превышения значения 1.0 – за аномалию.

Для достаточно уверенного, статистически обоснованного выделения отрезков временных рядов, имеющих аномальные отклонения от фоновых, в интервалы времени, предшествующие землетрясениям в исследуемом регионе, разработана методика выделения статистически значимых аномалий, использующая производные параметры исходных данных, апробированная на ретроспективных данных в режиме имитации реального времени. При испытании того или иного метода ряд исходных данных искусственно обрывался за 2 сут. до сейсмического события, краткосрочный предвестник которого необходимо выделить. Применение разностной методики геомагнитных наблюдений для

обнаружения локальных эффектов при подготовке землетрясений на территории Алматинского полигона не позволило получить надежные аномалии, идентифицируемые как краткосрочные предвестники [3, 8]. То есть тектономагнитный эффект в условиях СТШ в связи, скорее всего, с малой величиной магнитной восприимчивости κ горных пород, слагающих земную кору исследуемого региона, проявляется очень слабо, и амплитуда локальных вариаций, возникающих в стационарном магнитном поле, не превышает уровня шумов и помех.

Методика выделения краткосрочных аномалий ГМП, основана на анализе кросс-спектров рядовых и опорной станций [10, 12]. При изменении электрической проводимости локального объема геологической среды под воздействием тектонических напряжений могут произойти изменения в спектральном составе вариаций, которые обнаруживаются расчетами взаимных энергетических спектров S_{xy}^2 функции когерентности γ_{xy}^2 наблюденных значений магнитного поля.

На рис. 2 показаны кросс-спектры геомагнитного поля, рассчитанные для среднесуточных значений модуля полного вектора магнитного поля для станций Тургень и Курты в течение 1990 г. в 2-месячных временных окнах.

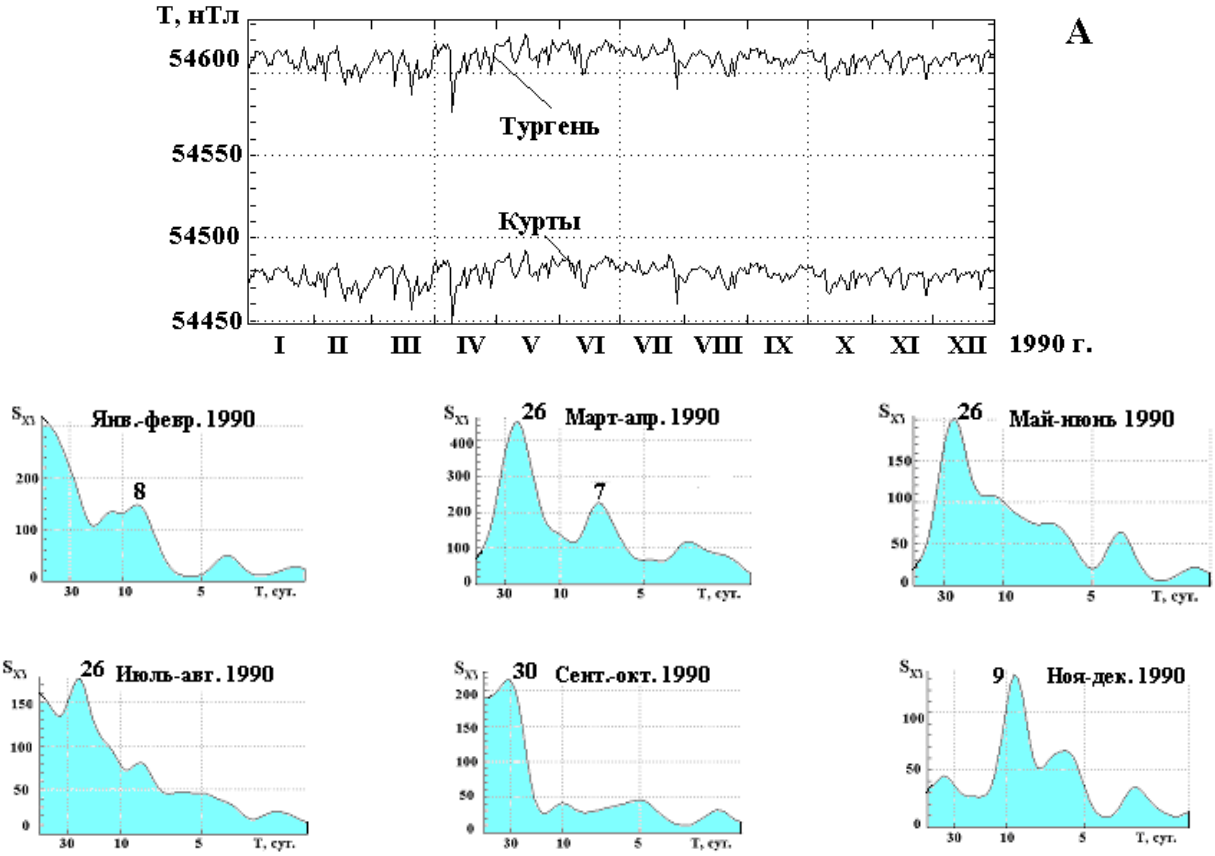


Рис. 2. Среднесуточные значения модуля Т на станциях Алматинского полигона Тургень и Курты (А) и их кросс-спектры (Б-Ж), рассчитанные в окне 60 суток

Для выделения краткосрочных магнитных аномалий в реальном времени была разработана методика упрощенного расчета функции когерентности, основанная на расчете корреляционной функции числа нуль-пересечений графиков в скользящем окне 30 сут. Предварительно первичные ряды центрировались путем высокочастотной фильтрации. На рисунке 3a, b показаны графики числа нуль-пересечений Z в ВЧ-области при периоде среза $T_{ср.}$<7 суток среднесуточных (медианных) данных наблюденных значений модуля полного вектора магнитного поля в окне 30 сут., рассчитанных для МВС Тургень (кривая 1) и Курты (кривая 2) перед землетрясением 31.12.1982 г. с К=13.7.

В конце декабря 1982 г. отмечается нарушение корреляции числа нуль-пересечений, что сказывается на графике корреляционной функции в таком же временном окне (рис. 3c). Для последующего нормирования и представления аномалий во всех анализируемых параметрах в

одной полярности (положительной) при расчетах корреляционной функции в скользящем временном окне оси ординат проградуированы в значениях R_{zz} (R_{zz}=1-R_{xy})

Аналогичная ситуация выявлена и перед Байсорунским землетрясением с К=14.6 (12.11.1990), эпицентр которого располагался на расстоянии 45 км от станции Тургень. Для этого события длительность аномалии R_{zz}, его предваряющей, составила примерно 25 сут., а амплитуда почти вдвое больше предыдущей (рис. 3d).

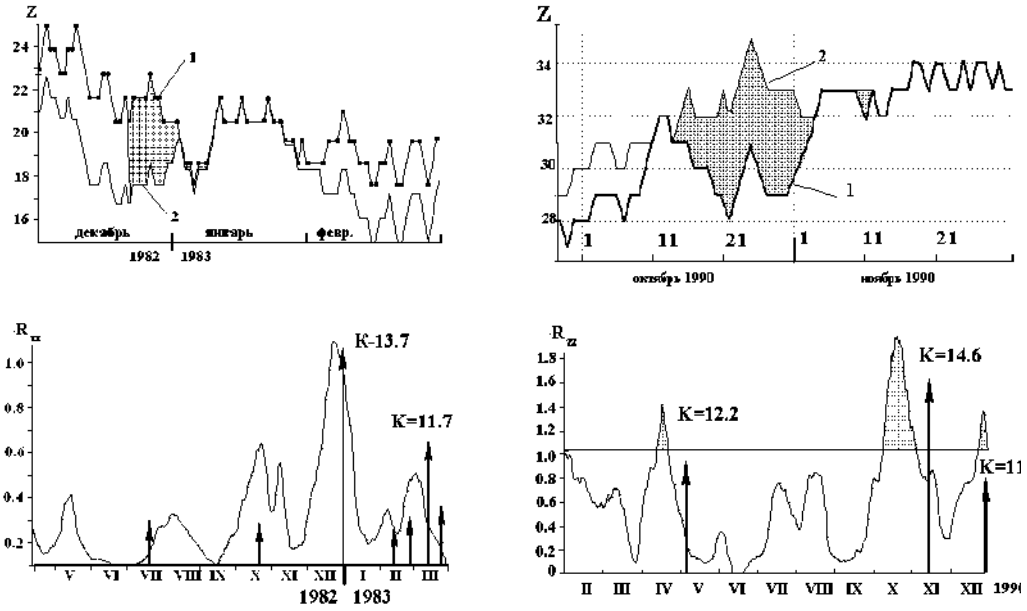


Рис. 3. Схема выделения аномалии в числе *Z* нуль-пересечений на МВС Тургень (1) и Курты (2)
a – в период землетрясений 31.12.1982, b – 12.11.1990 (2); c, d – их корреляционные функции

Изменение когерентности вариаций геомагнитного поля, отмеченное на периодах менее 11 сут., свидетельствует об изменении спектрального состава поля на одной из анализируемых станций – смещении спектральных линий или появлении сигнала другой частоты, что может быть вызвано генерацией локального магнитного поля в связи с электрокинетическими процессами в зоне подготовки сейсмического события. Таким образом, разработана и на экспериментальном материале апробирована и статистически оценена методика выделения краткосрочных магнитных аномалий перед землетрясениями с К>10.6.

Вейвлет-анализ. Для выполнения такого анализа требуются базисные функции, описывающие временные ряды и обладающие способностью выявлять в анализируемом сигнале как частотные, так и его временные особенности. Такими свойствами обладают вейвлет-функции [8].

Базисные функции вейвлет-анализа, в отличие от преобразования Фурье, определены на конечном интервале как во временной, так и в частотной областях. Для этого достаточно, чтобы выполнялись условия:

$$|\psi(t)| \le C(1+|t|)^{-1-\varepsilon} \quad \text{и} \qquad |\psi(\omega)| \le C(1+|\omega|)^{-1-\varepsilon} \tag{5}$$

Оценка робастности результатов ортогонального кратно-разрешающего анализа (ОКРА) применительно к временным рядам среднесуточных значений геомагнитного поля [14] проведена на основе вейвлетов различного порядка и на разных уровнях детальности. На рис. 4 приведены результаты вейвлет-анализа среднесуточных значений разностного поля между станциями «Курты» и «Тургень» в период, предшествующий землетрясению 31.12.1982г. с К=13.7.

Анализ проведен вейвлетами Хаара 2-го порядка. Для рассматриваемого сейсмического события аномальные изменения вейвлет-коэффициентов обнаружены на нескольких уровнях детальности. Особенно ярко выражены аномальные изменения на 4-м и 5-м уровнях детальности, которые соответствуют вариациям с периодами более 30 суток.

Аномальные изменения начались примерно за полгода до землетрясения (начало аномалии приходится на 225-е сутки 1982 г.). Общая продолжительность аномальных изменений - более 200 сут. Как видно из рисунка, величина аномальных отклонений составляет $0.3 \div 0.5$ нТл и не превышает уровень систематической погрешности применяемых магнитометров ($\pm$ 0.5 нТл).

На рис. 5а показан график вейвлета Хаара на 3-м уровне детальности, рассчитанного для разностного поля ΔT между станциями Тургень-Курты в период землетрясения 31.12.1982, К=13.7. Более четко аномальные эффекты проявляются при повышении уровня детальности вейвлетов Хаара (рис. 5b).

Особенно контрастные и примечательные аномальные изменения вейвлет-функции Хаара зафиксированы в период, предшествующий Кегеньскому землетрясению с К=13.1, которое произошло 01.11.1995 г. на границе Кетменьской и Басулытауской сейсмогенных зон, с координатами очага $43^0 10'$ с.ш. и $80^0 10'$ в.д. (рис. 6). Результаты ОКРА разностного поля между станциями Саты и Курты показывают, что аномальные изменения вариаций вейвлет-функций Хаара обнаружены на всех исследуемых 5-ти уровнях детальности. Аналогичные результаты ОКРА разностного поля между станциями Майтюбе и Саты (рис. 7) получены перед Байсорунским землетрясением с К=14.6 (12.11.1990 г.). Анализ проведен с вейвлетами высших порядков (Coiflet и биортогональные вейвлеты).

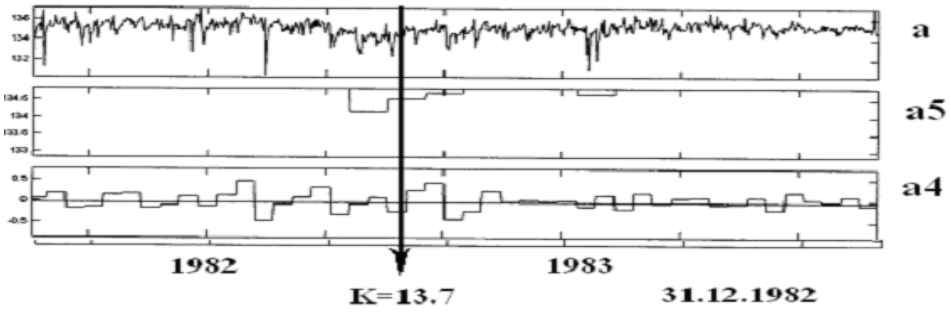


Рис. 4. Вейвлеты Хаара разностного поля ΔT Тургень-Курты в период землетрясения с К=13.7 (31.12.1982 г.): a – наблюденное разностное геомагнитное поле; a5, a4 – низкочастотные составляющие

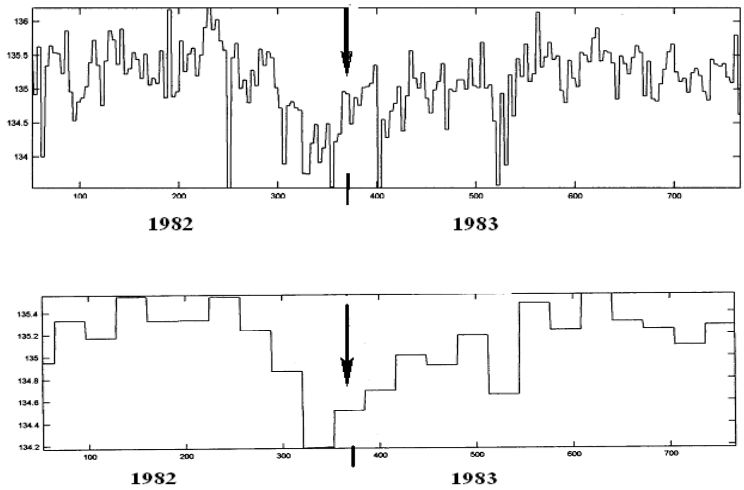


Рис. 5. Вариации вейвлета Хаара на 3-м (a) и 4-м (b) уровнях детальности (ΔT Тургень-Курты, землетрясение 31.12.1982, К=13.7)

Они оптимальны при исследовании более гладких функций, которые в нашем случае описывают низкочастотные составляющие поля. В низкочастотной компоненте разностного поля обнаружены аномальные изменения, предшествующие Байсорунскому землетрясению. Интенсивность аномалии составила 2-3 нТл, длительность – 240-260 суток. Сейсмическое событие приурочено к фазе завершения аномалии.

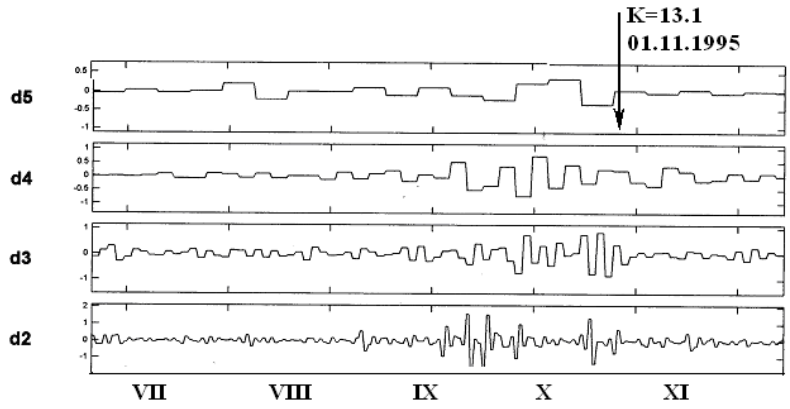


Рис. 6. Вариации вейвлета Хаара на разностных значениях магнитного поля
d2-d5 – составляющие поля на разных уровнях детальности
Саты-Курты накануне Кегеньского землетрясения 01.11.1995 г., К=13.1

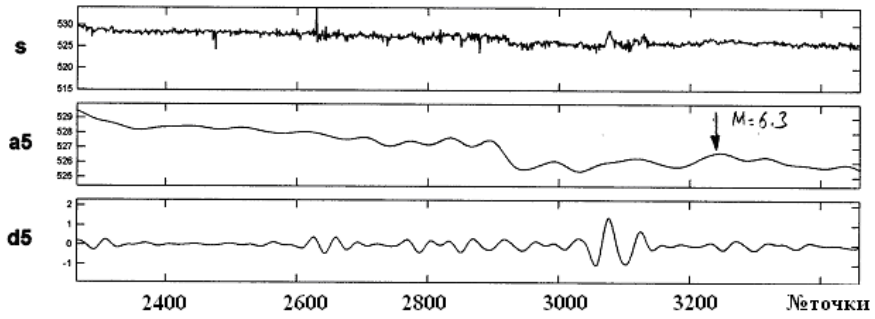


Рис. 7. Вариации Coiflet вейвлета (ΔТ Саты-Майтюбе перед Байсорунским землетрясением)
s – наблюденное поле; a5 – низкочастотные составляющие;
d5 – составляющие поля на разных уровнях детальности;

Таким образом, проведенный вейвлет-анализ разностного геомагнитного поля в суточном диапазоне периодов показал устойчивость признаков выделения аномалий-предвестников, выделенных перед сильными землетрясениями на территории Алматинского полигона. Период аномалий при этом составил 20-60 суток.

Нами использовались несколько видов финитных ортогональных вейвлетов. Это - вейвлеты Хаара, Добеши, Coiflet и биортогональные вейвлеты. Вейвлеты Хаара и Добеши являются вейвлетами 2-го и 4-го порядков, которые наиболее компактны и, следовательно, наилучшим образом подходят для анализа временных рядов, содержащих резкие скачки значений, а два последние являются вейвлетами высших порядков, которые наиболее гладки и, следовательно, могут применяться для анализа более гладких функций. В связи с этим, важным является оценка статистической значимости наблюдаемых аномальных изменений на разных уровнях детальности, который реализован в пакет программного комплекса «МАТЛАБ». Анализ показал, что интервал аномальных отклонений на графике превышает 3σ.

ОКР-анализ разностного поля показал, что в период подготовки сильных и ощутимых землетрясений на Алматинском полигоне во временных рядах разностного поля присутствуют как длиннопериодные, так и короткопериодные осциллирующие и спорадические сигналы, имеющие морфологию всплеска. По величине эти сигналы являются значимыми, и их удается выделить в реальном времени, что особенно важно при краткосрочном прогнозе.

Анализ фрактальной размерности. Среди оценок фрактальных свойств наблюдаемых геофизических параметров, сформированных во временные ряды, является такая мера, как размерность Хаусдорфа [15]:

$$D_s = \lim_{\varepsilon \to 0} S_{d,\varepsilon}(A), \qquad (6)$$

где A – множество, ε = abs($X_{i+n} – x_i$), n = 1, 2, 4, 8…., 2^k.

Разработанный нами алгоритм расчета размерности Хаусдорфа заключается в следующем: сначала вычисляются длины графиков временных рядов как

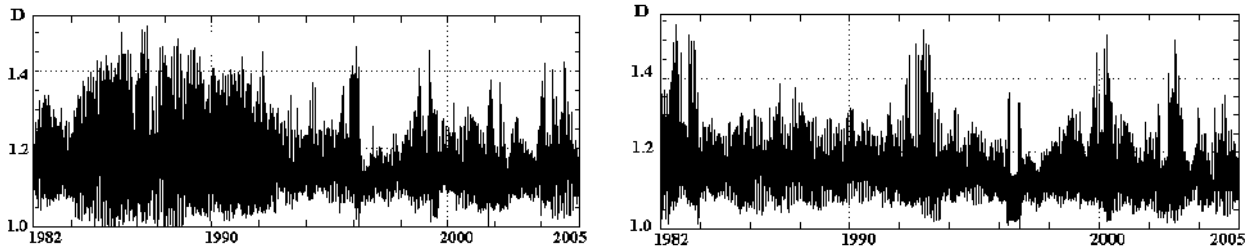
$$h_i = \sum_{i=1}^{n} \left| x_{i+n} - x_i \right|, \qquad \text{т}=1, 2, \ldots, 2^n, \tag{7}$$

Затем вычисляется угловой коэффициент наклона линии, состоящей их отрезков H_i:

$$H_i = \frac{\log h_{i+1} - \log h_i}{\log 2} \tag{8}$$

Размерность Хаусдорфа D_s рассчитывается как $D_s=1 – H_i$:

С целью исследования временных изменений фрактальных свойств геомагнитных данных во времени разработаны программные средства вычисления размерности Хаусдорфа и значений самоподобия, которое представляет собой усредненную величину наклона отрезков прямых H_i. Анализ 1-минутных – суточных наблюденных значений модуля полного вектора геомагнитного поля проводился в скользящем окне заданного размера с шагом в 1 точку. В результате расчетов получаются временные ряды суточных значений размерности Хаусдорфа и коэффициента самоподобия. По вышеописанной методике обработаны данные наблюдений геомагнитного поля за 23-летний период. Получено, что размерность Хаусдорфа D_s временных рядов суточных значений модуля полного вектора T является величиной переменной: она варьирует от значений 1.0 до 1.4 и выше (рис. 8). На станции Тургень в течение 80-х годов значения D_s были максимальны, с 90-х годов и до 2005 г. они не превышали величины 1.2 (рис. 8). На станции Курты, расположенной в иных геолого-тектонических условиях, значения D_s редко достигали величины 1,4.



Обс. Тургень Обс. Курты

Рис. 8. Графики фрактальной размерности суточных значений модуля полного вектора T геомагнитного поля на обсерваториях Тургень и Курты

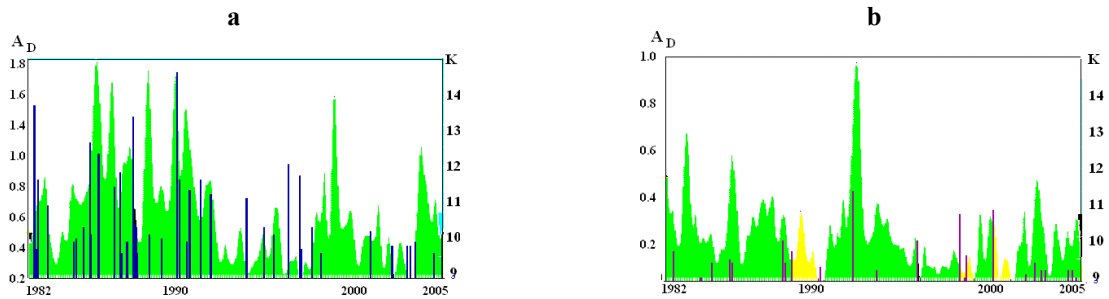


Рис. 9. Графики выделенных аномалий фрактальной размерности D_s суточных значений модуля полного вектора T геомагнитного поля на обсерваториях Тургень (a) и Курты (b)

Предположение о возможности проявления локальных эффектов в параметрах фрактальной размерности на разных магнитовариационных станциях подтвердились при обработке по описанной выше методике выделения аномалий, связанных с местными землетрясениями. Рассчитанные амплитуды вариаций переменной составляющей размерности («длина графика») и амплитуды выделенных полосовой фильтрацией (T_0=10-16 сут. и T_0=25-31 сут.) показали наличие резкого увеличения амплитуд сигнала в периоды, предваряющие местные сейсмические события с энергетическим классами более 9.6 (рис. 9). Причем анализ проводился по данным каждой станции независимо, без применения дифференциальной методики. При этом выявлены локальные эффекты в вариациях фрактальной размерности, присущие отдельным магнитовариационным станциям. На рис. 9,а показано, что сейсмическая активность в 80-х – начале 90-гг. находит свое отражение в аномальных значениях амплитуд вариаций D_s на обсерватории Тургень. Слабые землетрясения, произошедшие в районе обсерватории Курты, также предваряются аномалиями (рис. 9,b).

Используя наличие сети магнитовариационных станций на Алматинском полигоне, результаты расчетов фрактальной размерности геомагнитного поля были вынесены на плоскость в различные моменты времени. Как видно из рис. 10, за 6 месяцев до Сюмбинского землетрясения с К=14.3 (01.12.2003 г.) в восточной части полигона сформировалась пространственная аномалия описываемого параметра. По продолжительности проявления данная аномалия относится к среднесрочным. Применения методов фрактального анализа позволило выделять скрытые и спорадические аномалии в шумовой компоненте геомагнитного поля, связанных, по-видимому, с развитием локальной трещиноватости в земной коре.

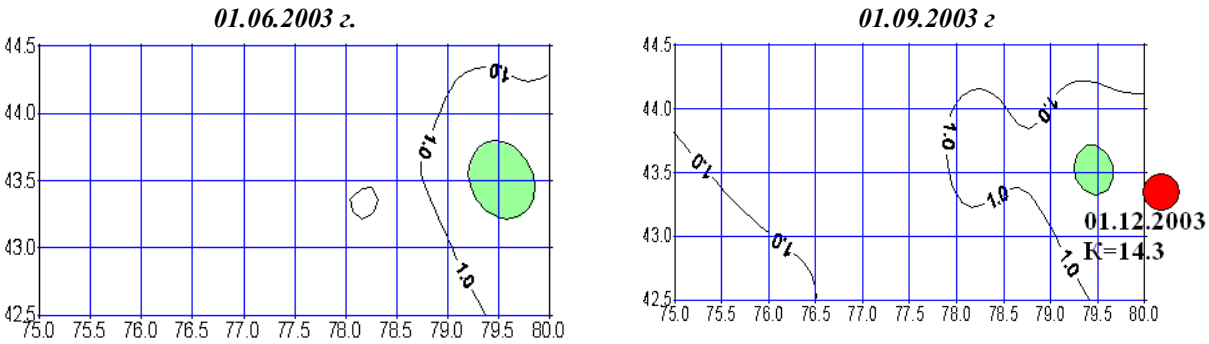


Рис. 10. Пространственные аномалии фрактальной размерности геомагнитного поля перед Сюмбинским землетрясением 01.12.2003 г., К=14.3

Таким образом, показано следующее:

1. Наблюдаемые временные ряды геомагнитного поля являются структурированными и поиск полезного сейсмомагнитного сигнала по дифференциальной методике в аспекте краткосрочного прогноза землетрясений является неэффективным в условиях Алматиского полигона.

2. ОКР-анализ разностного поля показал, что в период подготовки сильных и ощутимых землетрясений на Алматинском полигоне, во временных рядах разностного поля присутствуют как длиннопериодные, так и короткопериодные осциллирующие и спорадические сигналы, имеющие морфологию всплеска. По величине эти сигналы не превышают уровень помех. Характер проявления спорадических сигналов для различных сейсмических событий различен. Например, для землетрясения, происшедшего 31.12.1982г. (К=13.7), характерно проявление спорадических сигналов на верхних уровнях детальности, а для «Кегеньского» (01.11.1995г., К=13.1) спорадические сигналы проявляются в широком спектре детальности.

3. Полученные результаты по поиску и обнаружению скрытых и спорадических изменений во временных рядах результатов измерений геомагнитного поля с помощью ОКРА, являются предварительными. Вместе с тем, получены обнадеживающие результаты, которые могут говорить о перспективности применения вейвлет-анализа при краткосрочном прогнозе землетрясений.

4. Шумовые характеристики наблюденного геомагнитного поля содержат детерминированную компоненту, проявляющуюся в закономерном изменении фрактальной размерности на отдельно взятых магнитовариационных станциях.

Работа выполнена в рамках гранта №0215РК00461 КН МОН РК

ЛИТЕРАТУРА

[1] Курскеев А.К., Шапиро В.А., Нысанбаев Т.Е. Исследования вариаций геофизических полей на Алма-Атинском полигоне в связи с современными движениями // Теоретические вопросы исследований современных движений земной коры. – М.: Сов. радио, 1980. – С. 24-28.

[2] Курскеев А.К., Бушуев А.В., Казаков В.В. Геомагнитные исследования в сейсмоактивных районах Казахстана // Сейсмичность и прогнозирование землетрясений в Казахстане. – Алма-Ата: Наука, 1983. – С. 96-118.

[3] Узбеков Н.Б. Вариации геомагнитного поля в связи с сейсмичность в Северном Тянь-Шане. Автореферат на соискание ученой степени канд. физ.-мат. наук. – Алматы, 2001. – 21 с.

[4] Оспанов А.Б., Белослюдцев О.М., Узбеков Н.Б., Алипбеков Е., Сабитов М.М. Режимные геофизические наблюдения на Алматинском прогностическом полигоне. Теория и практика прогноза землетрясений на территории Тянь-Шаня. // 3-й Казахстанско-Китайский международный симпозиум 10-14 сентября 1996г. (Тезисы докладов). – Алматы, 1996. – С.43-44.

[5] Каталог геомагнитных предвестников землетрясений. – М.: ИФЗ АН СССР, 1984. – 44 с.

[6] Сковородкин Ю.П., Безуглая Л.С. Тектономагнетизм и геодинамика // Решение геофизических задач геомагнитными методами. – М., 1980. – С.166-183.

[7] Курскеев А.К., Узбеков Н.Б. Пространственно-временная структура короткопериодных вариаций геомагнитного поля на Алматинском полигоне // Зилзилаларни олдинан айтиш муаммолари. Илмий конференция маърузаларининг матнлари туплами (27-28 апреля). – Ташкент, 1999. – С. 49-50

[8] Узбеков Н.Б. Вариации геомагнитного поля и сейсмотектонические процессы // Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска Центральной Азии. // Сборник докладов 7-го Казахстанско-Китайского Международного Симпозиума, 2-4июня 2010г. – Алматы: Эверо. – С. 126-130.

[9] Казаков В.В., Узбеков Н.Б. Вариации переменного геомагнитного поля на Алматинском прогностическом полигоне // Прогноз землетрясений и глубинная геодинамика. – Алматы, 1997. – С. 258-268.

[10] Курскеев А.К., Белослюдцев О.М., Казаков В.В., Узбеков Н.Б. Методы выделения краткосрочных предвестников землетрясений в геофизических полях на территории Казахстана. // Проблемы сейсмологии III тысячелетия: Материалы междунар. геофиз. конф., г. Новосибирск, 15-19 сент. 2003г. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2003. – С. 279-282.

[11] Белослюдцев О.М., Узбеков Н.Б. Локальные изменения геомагнитного поля в связи с сейсмичностью Юго-Востока Казахстана // Проблемы предотвращения последствий разрушительных землетрясений. Доклады второго Казахстанско-Японского семинара, 23-25 сентября 2002 г. – Алматы: Эверо, 2003. – С. 188-194.

[12] Узбеков Н.Б., Белослюдцев О.М. Выделение краткосрочных аномалий в вариациях геомагнитного поля // Уральский геофизический вестник. – Екатеринбург, – №8, 2005. – С. 63-67.

[13] Воробьев В.И., Грибунин В.Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. – СПб.: ВУС, 1999. – 203 с.

[14] Узбеков Н.Б., Белослюдцев О.М., Узбеков А.Н. Поиск локальных аномалий в геомагнитном поле на основе вейвлет-анализа и фрактальной размерности. Активные геологические и геофизические процессы в литосфере. Методы, средства и результаты изучения. // Материалы XII международной конференции 18-23 сентября 2006г. Научные доклады и сообщения, том II [Н-Я]. – Воронеж, 2006. – С. 207-112.

[15] Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. – М.: Постмаркет, 2000. – 352 с.

Белослюдцев О.М., Узбеков Н.Б., Мусаев Е.М.

Электрмагнит өрісінің магнитті құрамдасынан сілкініс нышандарын жанама тәсілдермен анықтау

Түйіндеме. Мақалада Алматы болжау полигонындағы режимді электрмагнитік бақылаулардың уақыттық қатарларында аномалияларды бөліп алу әдістерін қолданудың негізгі нәтижелері көрсетілген. Бұдан бұрын қолданылған тектономагниттік әсерге сүйенген электрмагниттік өрістің аномалияларын іздеу әдістері Солтүстік Тянь-Шань жағдайында оң нәтижелерді бермеді. Өріс сипаттамасының спектралды корреляциялық функциялары, вейвлет-анализі және фракталды өлшемнің вариациялары мен шу компоненттерінің есептеулері көп жағдайда жер сілкінісінің нышандары ретінде қарастырылатын орта және қысқа мерзімді аномалияларды бөліп алуға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: электрмагниттік өріс, Алматы болжау полигоны, жергілікті аномалиялар, спектрлік сипаттамалары, корреляциялық функциялар, нөл-түйісулер, кескін ұзындығы, вейвлет талдау, Хаар вейвлеті, фракталдың өлшемділігі, жер сілкіністерінің нышандары.

Beloslyudtsev O.M., Uzbekov N.B., Musaev E.M.

Searching of harbingers of earthquakes in magnetic component of the electromagnetic field on the basis of non-linear methods of the analysis

Summary. In this work are given the basic results of application of methods of allocation of anomalies in time rows of regime electromagnetic supervision on Almaty prediction range. Methods of search of anomalies used earlier in a constant magnetic field on a basis of tectonic-magnetic effect in conditions of the Northern Tienshan have not brought effect of positive results. Correlation functions of spectral characteristics of a field, wavelett-analysis and calculations

of fractal and noise components n many cases allow to allocate intermediate and the short-term anomalies qualified as predictions of earthquakes.

Key words: the electromagnetic field, the Almaty predictive ground, local anomalies, spectral characteristics, correlation functions, zero crossings, schedule length, the veyvlet-analysis, veyvlet Haar, fractal dimension, harbingers of earthquakes.

УДК 629.73 (043)

Н. А. Баянбай, К. А. Ожикенов, Ж.Е. Куатканова, А. Е. Адилов, Б. Жалел
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

МУЛЬТИАГЕНТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ СТРОЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Аннотация. Разработан алгоритм, позволяющий в режиме реального времени формировать строй квадрокоптеров с использованием слабых вычислительных устройств и обеспечивающий точное соблюдение дистанций между квадрокоптерами. Решена строевая задача в группе БПЛА. Смоделировано движение формации квадрокоптеров. Исследовано поведение мультиагентных систем в построении строем, анализ критерия устойчивости для этой формации. Разработан и исследован метод синтеза системы управления полетом строя БПЛА.

Ключевые слова: формирование строя БПЛА, теория мультиагентных систем, квадрокоптер, лидер, последователь.

Введение

В связи с быстрым развитием компьютерных технологий и беспроводных технологий связи, системы, состоящие из нескольких роботов, построенные на основе принципов координации и сотрудничества, достигают невозможных или тяжело достигаемых результатов для системы, представленной лишь одним дроном. Так, за счет использования теории мультиагентных систем дроны лучше приспосабливаются к реальной рабочей среде и становятся более практичными. Управление формациями из нескольких дронов в основном изучается в динамике для применения в условиях, когда необходимо уметь работать в условиях неизвестной внешней среды. Все БПЛА, сохраняя требуемую формацию, должны иметь возможность добраться до пункта назначения.

Преимущества группового применения роботов очевидны. Это и большой радиус действия, достигаемый за счет рассредоточения роботов по всей рабочей зоне и более высокая вероятность выполнения задания, достигаемая за счет возможности перераспределения целей между роботами группы в случае выхода из строя некоторых из них.[1]

Теория мультиагентных систем

Мультиагентная система, как следует из названия, состоит из нескольких подсистем – агентов. Эти агенты связаны в единую сеть и выполняют одну общую поставленную задачу. Под сетью понимается наличие связей и порядок взаимодействия между агентами, то есть в общем случае это передача информации, команд, сообщений, например, о текущем состоянии агента. [2]

Передача информации в реальных условиях происходит через какой-либо канал связи, например, БПЛА могут сообщаться через протокол Wi-FI с помощью передатчиков. Связь или взаимодействие между квадрокоптерами может быть представлено краями графа G. Соседние квадрокоптеры обозначаются N_i матрица Лапласиан $L_G = [l_{ij}]$ определяется как:

$$l_{ij} = \begin{cases} |N_i|, & для\ i = j \\ -1, & для\ j \in N_i \\ 0, & для\ j \notin N_i \end{cases};$$

Для визуального представления сети используется граф, который описывает только направления связей и показывает, какой агент с каким взаимодействует. Будем рассматривать мультиагентную систему M, состоящую из N агентов M_i и орграф Γ = (V, E), ассоциированный с мультиагентной

системой M, где каждой вершине орграфа Г соответствует агент M_i i=1, 2, N, V = $\upsilon_1, \upsilon_{...}, \upsilon_N$ – множество вершин, E V×V – множество ребер. Предполагается, что в орграфе нет петель и он имеет остовное дерево.

Теперь рассмотрим особенности построения лапласиана – матрицы, описывающей связи в графе. Обозначим число входящих в вершину α дуг $d_i(\alpha)$ и число исходящих дуг $d_0(\alpha)$. Тогда лапласиан формируется следующим образом:

$$L= I-G,$$

где I – диагональная единичная матрица, а G – матрица смежностей, формируемая следующим правилом:

$$\begin{cases} G_{ij} = \frac{1}{d_0(\alpha_i)}, \ d_0(\alpha_i) \neq 0, \\ G_{ij} = 0, \ d_0(\alpha_i) = 0 \end{cases}$$

Также лапласиан можно получить следующим образом:

$$L= D^{-1} (D-A),$$

где D – матрица степеней вершин, а A – матрица смежностей.

Как было указано выше, физический смысл ориентированных ребер состоит в том, что ребро $(\alpha \quad)$ указывает, что агент *а* чувствует агент *в,* то есть выходы агента *в* соединены со входами агента *а*.

Анализ математических моделей движения БПЛА в группе

Группу БПЛА, двигающихся строем, принято рассматривать как систему связанных твердых тел, обладающую значительным числом степеней свободы [3]. Причем число степеней свободы системы значительно возрастает с увеличением числа БПЛА в группе, что делает модель пространственного движения чрезвычайно громоздкой и малопригодной для решения задачи синтеза согласованного управления всей совокупностью летательных аппаратов. В связи с этим широко используется модель относительного движения группы БПЛА, согласно которой в составе группы выделяется несущее тело (носитель) и носимые тела. В качестве носителя выступает головной или ведущий БПЛА,

а ведомые летательные аппараты играют роль носимых тел. При этом любой тип строя – колонна, фронт, ромб, пеленг, клин или смешанный строй – можно рассматривать как совокупность пар: ведущий–ведомый. Следует отметить, что при формировании таких пар используется два принципа. В одном случае привязка ведомого БПЛА осуществляется к впереди идущему носителю. Во втором случае все ведомые БПЛА определяют характер своего движения относительно общего для всех ведущего БПЛА. Не вдаваясь подробно в особенности каждого способа формирования строя БПЛА, отметим, что в данной работе будет рассмотрена модель, отвечающая принципу построения по ведущему БПЛА.

Пусть существует группа *R* из *N* квадрокоптеров $r_i \in R(i = \overline{1,N})$ Состояние каждого квадрокоптера $r_i \in R$ описывается вектор функцией

$$s_i(t) = [s_{i,1}(t), s_{i,2}(t), \dots s_{i,h}(t)]^T$$

Под переменными состояния $s_{i,h}(t)$ следует понимать координаты $x_i(t)$, $y_i(t)$, $z_i(t)$ квадрокоптера $r_i \in R$ в пространстве, его текущую скорость, ускорение, углы крена $\Phi_i(t)$, тангажа $\Theta_i(t)$ и рыскания $\Psi_i(t)$,оставшийся бортовой запас энергоресурса и т.п.

Взаимное расположение квадрокоптеров в группе описывается матрицей:

$$D(t) = \begin{bmatrix} 0 & d_{1,2}(t) & d_{1,3}(t) & \dots & d_{1,N}(t) \\ - & 0 & d_{2,3}(t) & \dots & d_{2,N}(t) \\ - & - & 0 & \ddots & \vdots \\ - & - & - & 0 & d_{N-1,N}(t) \\ - & - & - & - & 0 \end{bmatrix},$$

где каждый элемент $d_{i,j}(t)$ матрицы $D(t)$ представляет собой дистанцию между квадрокоптерами r_i и r_j в текущий момент времени.

Каждому квадрокоптеру $r_i \in R$ доступна информация о собственном состоянии $s_i(t)$, а также информация о дистанциях $d_{i,j}(t)(i,j=\overline{1,N}, i \neq j)$ между квадрокоптером $r_i \in R$ и другими квадрокоптерами $r_j \in R(j=\overline{1,N}, j \neq i)$.

Каждый квадрокоптер $r_i \in R$ обладает системой управления и может изменять координаты $x_i(t) = x_i(t),\ y_i(t),\ z_i(t)$ своего положения в пространстве в зависимости от входных управлений $u_i(t)$ в соответствии с математической моделью. С целью предотвращения столкновений и взаимных помех квадрокоптеров вводятся ограничения на положение квадрокоптеров:

$$x_i(t) - x_j(t)| \geq \Delta_r, (i,j=\overline{1,N};\ i \neq j),$$

где Δ_r - минимально допустимая дистанция между квадрокоптерами.

Целевое строевое положение (строй) группы квадрокоптеров представляет собой множество V целевых положений $v_\mu \in V\ \ (\mu=\overline{1,N})$ отдельных квадрокоптеров. Каждое целевое положение квадрокоптера $v_\mu \in V$ характеризуется $p_\mu(x_\mu,\ y_\mu,\ z_\mu)\ (\mu=\overline{1,N})$.

Целевое положение группы задается матрицей:

$$D_f = \begin{bmatrix} 0 & d_{1,2,} & d_{1,3,} & \dots & d_{1,N} \\ - & 0 & d_{2,3} & \dots & d_{2,N} \\ - & - & 0 & \ddots & \vdots \\ - & - & - & 0 & d_{N-1,N} \\ - & - & - & - & 0 \end{bmatrix},$$

где каждый элемент $d_{i,j}$ матрицы D_f представляет собой дистанцию между координатами p_i и p_j целевых положений v_i и v_j в искомом строю.

Строевая задача в группе квадрокоптеров состоит в том, чтобы определить такую последовательность управлений (вектор-функцию управлений) $u(t) = [u_1(t), u_2(t), \dots u_N(t)]^T$, выполнение которых при ограничениях на положение квадрокоптеров в пространстве приводило группу квадрокоптеров из исходного положения, заданного матрицей D_f за минимальное время.

Рассмотрим предлагаемый метод окружностей для решения строевой задачи на плоскости. На первом шаге необходимо выбрать целевое положение v_μ и квадрокоптер r_i, с которого начнется формирование строя. Квадрокоптер, оказавшийся ближе других к точке с радиус-вектором $\overline{l_c}$, получает назначение v_1.

$$\overline{l_c} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \overline{l_i},$$

где l_i — радиус-вектор квадрокоптера r_i.

На втором шаге определяются координаты p_2 целевого положения v_2 и выбирается квадрокоптер, который займет это целевое положение. Для этого строится окружность $c_{1,2}$ с центром в точке p_1 и радиусом $d_{1,2}$. Проводятся прямые линии, каждая из которых проходит через точку p_1 и текущее положение квадрокоптера $p_i(i=\overline{2,N})$ решается система уравнений:

$$\begin{cases} (y_1 - y_i)x_2 - (x_1 - x_2)y_2 + (x_1 y_i - x_i y_1) = 0; \\ (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 = d_{1,2}^2. \end{cases} \quad i = [\overline{2,N}] \qquad (1)$$

Корни ($x_2 y_2$) системы уравнения (1) – это возможные координаты точки p_2. Затем осуществляется поиск ближайшего к точке p_2 квадрокоптера. Рассчитываются длины отрезков $l_{1,i}$ между текущими положениями квадрокоптеров группы и соответствующих им точек пересечения прямых и окружности. Для этого рассчитываем дистанции между квадрокоптерами и соответствующими им расчетными координатами p_2:

$$l_i = \sqrt{(x_i - x_2)^2 + (y_i - y_2)^2} \quad i \in [\overline{2,N}]$$

После сравнения длин дистанций между квадрокоптерами и соответствующими им расчетными координатами p_2 находим кратчайший отрезок $min(l_i), i \in [\overline{2,N}]$. Соответствующему этому отрезку квадрокоптеру назначается целевое положение v_2, а точка пересечения прямой и окружности определяет координаты p_2 целевого положения v_2. (рисунок 2)

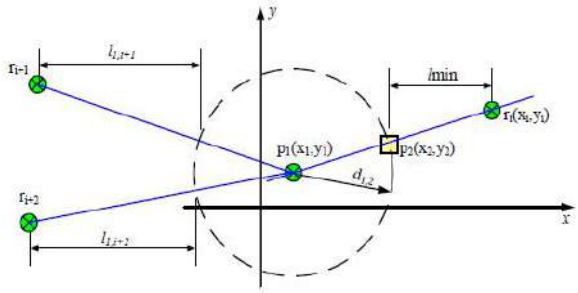


Рис. 1. Определение целевого положения $\mathbf{p_2}$

На третьем шаге определяются координаты p_3 целевого положения v_3, и выбирается квадрокоптер, который займет это целевое положение. Строятся две окружности: первая окружность $\mathbf{c_{1,3}}$, с центром в точке p_1 и радиусом $d_{1,3}$, вторая окружность $\mathbf{c_{2,3}}$ с центром в точке p_1 и радиусом $d_{2,3}$. Обе точки пересечения окружностей $\mathbf{c_{1,3}}$ и $\mathbf{c_{2,3}}$ (в некоторых случаях окружности будут пересекаться только в одной точке) удовлетворяют условиям.

Для каждого квадрокоптера $r_i (i = \overline{3,N})$ решаем систему уравнений:

$$\begin{cases} (x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2 = d_{1,3}^2; \\ (x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2 = d_{2,3}^2. \end{cases} \quad (2)$$

В общем случае система уравнений (2) имеет два набора корней (x_3, y_3).

Рассчитываются расстояния между текущими положениями квадрокоптеров $r_i (i = \overline{3,N})$ и каждой из точек пересечения окружностей $\mathbf{c_{1,3}}$ и $\mathbf{c_{2,3}}$. Производится поиск ближайшего к p_3 квадрокоптера. Для этого рассчитываются дистанции между квадрокоптерами и соответствующими им расчетными координатами p_3:

$$l_i = \sqrt{(x_i - x_3)^2 + (y_i - y_3)^2} \quad i \in [\overline{3,N}]$$

После сравнения длин дистанций между квадрокоптерами и соответствующими им расчётными координатами p_3 находим минимальную дистанцию $min(l_i), i \in [\overline{3,N}]$. Соответствующему этой дистанции квадрокоптеру назначается целевое положение v_3, а ближайшая к нему точка пересечения окружностей в дальнейшем используется в качестве точки p_3.

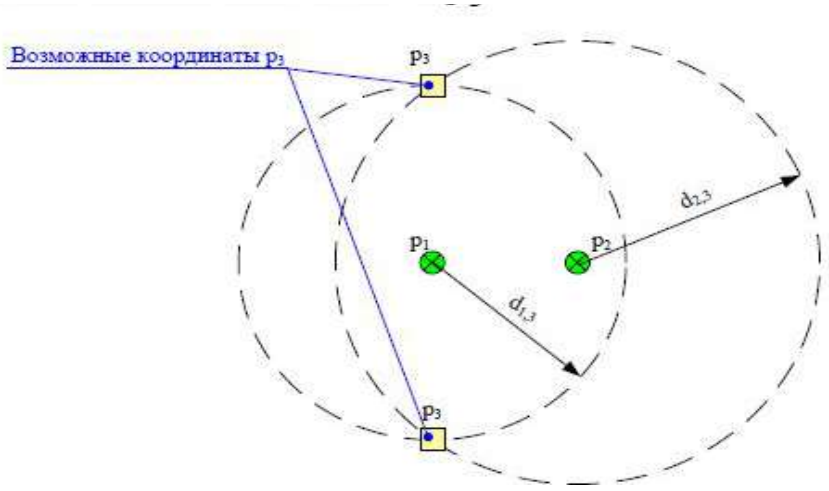


Рис. 2. Определение целевого положения p_3

На каждом последующем шаге определяются координаты p_μ ($\mu = \overline{4,N}$) целевого положения v_μ, и выбирается квадрокоптер, который займет это целевое положение. Для этого строятся три окружности: первая окружность $c_{\mu-3,\mu}$ с центром в точке $p_{\mu-3}$ и радиусом $d_{\mu-3,\mu}$, вторая окружность $c_{\mu-2,\mu}$ с центром в точке $p_{\mu-2}$ и радиусом $d_{\mu-2,\mu}$, и третья окружность $c_{\mu-1,\mu}$ с центром в точке $p_{\mu-1}$ и радиусом $d_{\mu-1,\mu}$. Обе точки пересечения окружностей $c_{\mu-3,\mu}$, $c_{\mu-2,\mu}$ и $c_{\mu-1,\mu}$ (в некоторых случаях окружности будут пересекаться только в одной точке) удовлетворяют условиям.

Для каждого квадрокоптера $r_i (i = \overline{k,N})$ решается система уравнений:

$$\begin{cases} (x_k - x_{k-1})^2 + (y_k - y_{k-1})^2 = d_{k-1,k}^2; \\ (x_k - x_{k-2})^2 + (y_k - y_{k-2})^2 = d_{k-2,k}^2; \\ (x_k - x_{k-3})^2 + (y_k - y_{k-3})^2 = d_{k-3,k}^2 \end{cases} \quad (3)$$

В общем случае система уравнений (3) имеет два набора корней (x_k, y_k).

Определяется ближайший к p_k квадрокоптер. Для этого рассчитываются дистанции между квадрокоптерами и соответствующими им расчетными координатами p_2:

$$l_i = \sqrt{(x_i - x_k)^2 + (y_i - y_k)^2} \quad i \in [\overline{k,N}]$$

Определяется минимальная дистанция $min(l_i), i \in [\overline{k,N}]$. Соответствующему этой дистанции квадрокоптеру назначается целевое положение v_k.

Рисунок 4 иллюстрирует построения, необходимые для определения координат точки p_4. Дальнейшие построения для назначений (v_5, v_6, ... v_N) и точек (p_5, p_6, ... p_N) происходят аналогичным образом.

После того, как получены назначения целевых точек для всех квадрокоптеров группы, а также рассчитаны координаты целевых положений, каждый квадрокоптер начинает движение к своему целевому положению. Каждый квадрокоптер движется к своему целевому положению по прямой, за исключением тех случаев, когда есть угроза столкновения квадрокоптеров, в этом случае квадрокоптеры облетают друг друга по дуге.

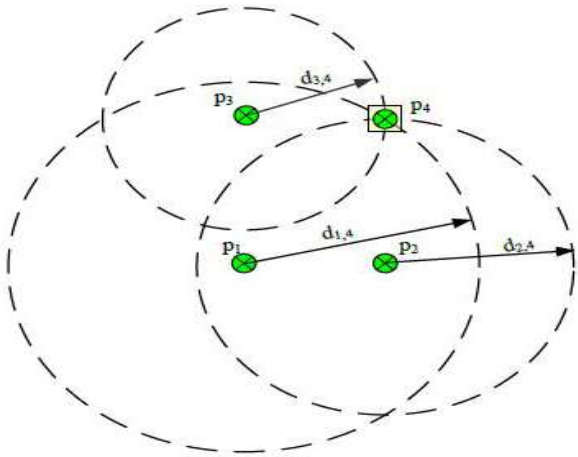


Рис. 3. Определение целевого положения p_4

Начальные условия инерциальных положений и скорости:

$$[x_1, y_1, z_1]=[0,0.1, 0]m;\ [\dot{x}_1, \dot{y}_1, \dot{z}_1]=[0,0, 0]m/s;$$
$$[x_2, y_2, z_2]=[-2,0.5, 0]m;\ [\dot{x}_2, \dot{y}_2, \dot{z}_2]=[0,0, 0]m/s;$$
$$[x_3, y_3, z_3]=[-2,-0.5, 0]m;\ [\dot{x}_3, \dot{y}_3, \dot{z}_3]=[0,0, 0]m/s;$$

Полет формации квадрокоптеров определяется:

$$x_1 - x_1 = r\cos(\pi/6);\ \ y_1 - y_2 = r\sin(\pi/6) \quad (4)$$

$$x_3 - x_1 = -r\cos(\pi/6);\ \ y_3 - y_1 = -r\sin(\pi/6) \quad (5)$$

$$x_2 - x_3 = r\cos(\pi/2);\ \ y_2 - y_3 = 2r\sin(\pi/6) \quad (6)$$

Предполагая топологию обмена информацией, относительное положение задается:

$$x_1 - x_1 = \cos(\pi/6);\ \ y_1 - y_2 = \sin(\pi/6); \quad (7)$$

$$x_2 - x_3 = \cos(\pi/2);\ \ y_2 - y_3 = 2\sin(\pi/6) \quad (8)$$

Таким образом мы можем использовать как (4)-(6), так и (7)-(8) для описания относительного положения координат x_i^d и y_i^d друг относительно друга. Используя относительное положение для формирования полета нескольких квадрокоптеров, уравнения (7), (8) можем переписать как:

$$\tau_{\theta i} = -\sigma_{M\theta 4}(k_{p4}\dot{\theta}_i) - \sigma_{M\theta 3}(k_{p3}\theta_i) + \sigma_{M\theta 2}(k_{p2}\dot{x}_i) + \sigma_{M\theta 1}(k_{p1}(\Sigma_{j\in Ni}(x_j - x_i) - x_i^d)), \quad (9)$$

$$\tau_{\varphi i} = -\sigma_{M\varphi 4}(k_{r4}\dot{\varphi}_i) - \sigma_{M\varphi 3}(k_{r3}\varphi_i) - \sigma_{M\varphi 2}(k_{r2}\dot{y}_i) - \sigma_{M\varphi 1}(k_{r1}(\Sigma_{j\in Ni}(y_j - y_i) - y_i^d)), \quad (10)$$

где x_i^d и y_i^d являются искомыми геометрическими положениями квадрокоптеров.

Таким образом уравнения (9), (10) таковы, что формация строем квадрокоптеров в полете гарантируется.

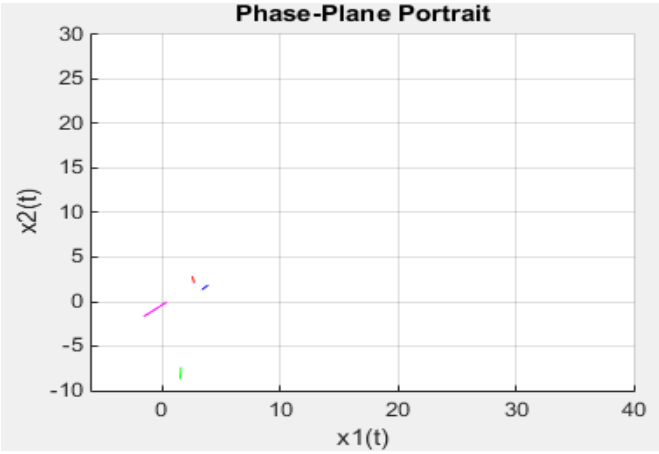


Рис. 4. Положения квадрокоптеров до построения

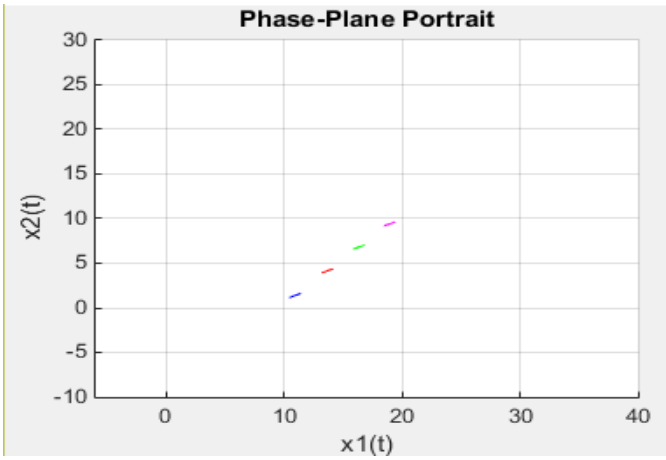


Рис. 5. Выстраивание квадрокоптеров

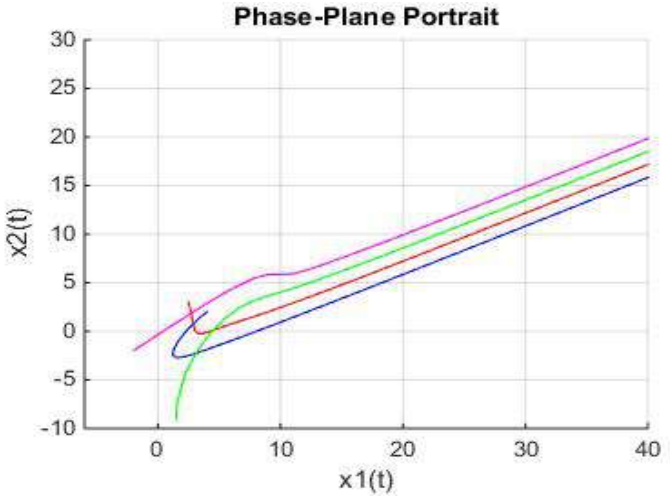


Рис. 6. Траектория полета квадрокоптеров

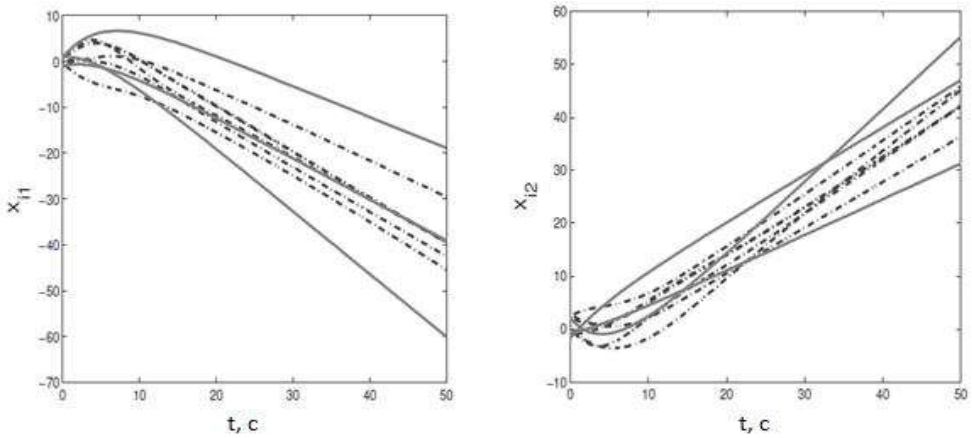


Рис. 7. Позиции дронов. Непрерывные линии и штрихи обозначают, соответственно, траектории лидеров и последователей

Моделирование привело к хорошим результатам. Положение квадрокоптера стабилизируется через 3 секунды. Квадрокоптеры, вылетая с разных начальных позиций, выстраиваются в одном направлении и продолжают свой полет уже в формациях с соблюдением дистанций между собой.

Моделирование показало, что предложенный метод может быть использован для решения задачи формации квадрокоптеров.

ЛИТЕРАТУРА

[1] К. С. Амелин [и др.] Адаптивное управление автономной группой беспилотных летательных аппаратов. СПб.: Изд-во С.-Петерб. университета, 2009. Вып. 5. С. 157–166.

[2] Zhongkui Li, Zhisheng Duan, Cooperative control of multi-agent systems: A consensus region approach, 2014 by CRC Press, pp. 6-20

[3] П. П. Афанасьев [и др.] Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: 2008. 656 с.

[4] *Mesbahi M. and Hadaegh F.Y.* Formation flying control of multiple spacecraft via graphs, matrix inequalities, and switching // AIAA J. Guidance, Control, Dynam. – Mar.–Apr. 2000. – Vol. 24, no. 2. – P. 369-377.

[5] R. Ryan McCune and Greg R. Madey. Control of artificial swarms with DDDAS. *Procedia Computer Science*, 29(0):1171 – 1181, 2014. 2014 International Conference on Computational Science.

Bayanbay N.A., Ozhikenov K.A., Kuatkanova Zh.E., Adilov A.E., Zhalel B.

Multiagent flight control of formation of unmanned aerial vehicles

Summary. The algorithm, which allows real-time to form a system with weak quadrocopters computing devices and allow for precise distance between quadrocopters. Solved the formation task in groups of UAVs. movement of a formation of quadcopters was simulated. The behavior of multi-agent systems in building construction was investigated, the analysis of the stability criteria for this formation. It's developed and investigated a method of synthesis of the flight control system of the UAV system.

Key words: the formation of the UAV's, the theory of multi-agent systems, quadcopter, a leader, a follower.

УДК 681.511.4 (043)

Б. Жалел

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, bzhalel90@gmail.com)

СИНТЕЗ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЁТОМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ НА ОСНОВЕ ЛИНЕАРИЗОВАННОЙ МОДЕЛИ

Аннотация. В данной статье исследуется синтез алгоритмов управления самолетом вертикального взлета и посадки на линеаризованной основе. Важной задачей теории управления считается управление полетами летательных аппаратов. Полная динамика самолета, учитывающая эффекты упругости воздуха, внутреннюю

динамику двигателя и множество переменных величин, чрезвычайно сложна и, вообще говоря, неосуществима для целей управления. Вследствие чего особый интерес вызывают упрощенные летательные аппараты, имеющие минимальным числом состояний и сигналов на входе, но сохраняющие те важнейшие характеристики, которые нужно учитывать при разработке законов управления для реального летательного аппарата.

Ключевые слова:Самолет вертикального взлета и посадки, СВВП, управление вектором тяги, устойчивость конструкций, векторная тяга.

В современном самолетостроении очень широко используется система автоматического управления. Необходимость автоматизации управления полета самолетов вертикального взлета и посадки первоначально была связана их недостаточной устойчивостью и управляемостью. Полет на таких самолетах требовал от летчика высочайшего мастерства в технике пилотирования. Прежде всего, это сказывается в полете на режимах висения и переходных – в моменты перехода из висения в горизонтальный полет и обратно.

В связи с этим появляется необходимость поиска решения, которое сможет стабилизировать самолета при вертикальном взлете и посадки, учитывая безопасность самолета и пилота[3].

Самолет вертикального взлета и посадки (далее СВВП) – летательный аппарат, способный взлетать и садиться при нулевой горизонтальной скорости, используя тягу двигателя, направленную вертикально[4].

В данной статье в качестве исследуемого аппарата будет СВВП и буду рассматривать самолета перемещающийся в плоскости, перпендикулярной своей продольной оси (такой самолет изображен на рисунке-1. Данное упрощение позволяет в значительной мере сократить количество состояний и входов системы, но, в то же время, сохранить все особенности, которые должны быть учтены при разработке законов управления реального летательного аппарата.

Самолет ВВП направляет силу двигателя (тяги) вниз, чтобы аппарат висел в воздухе. А часть воздуха от двигателя направляет на крыло самолета для маневра по крену.

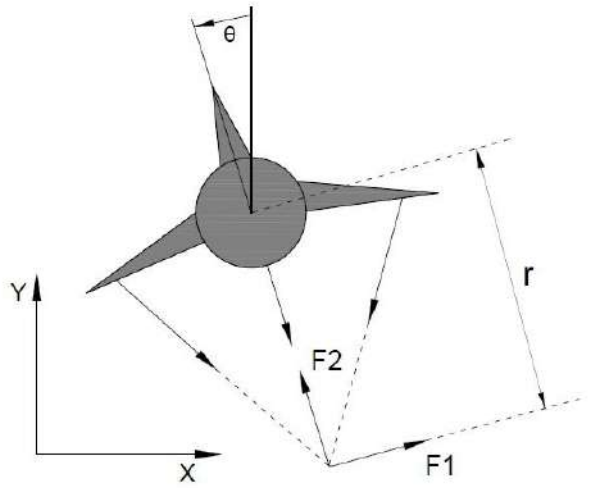


Рис. 1. Самолет вертикального взлета и посадки (СВВП).

Данный СВВП имеет три степеней свободы (x, y, θ) соответствующие положению самолета в пространстве и его угол крена. Он имеет двигатель, который производит тягу F_1, F_2 на растоянии r от низа самолета. А также имеет четыре поворотного сопла (называемыми струйными рулями), расположенные на концах консолей крыла. Эти поворотные сопла включаются в противофазе (правое нижнее и левое верхнее либо наоборот), что позволяет использовать их для придания вращения аппарату по каналу крена. Таким образом, мы имеем нелинейную систему с тремя степенями свободы и имеющую только два входа.

Как уже говорилось выше, будем обозначать координаты центра масс X и Y на плоскости, и угол крена - θ.

Из рисунка-1 с помощью законов Ньютона получаем основные уравнения движения для плоского самолета ВВП:

$$\begin{aligned} m\ddot{x} &= F_1\cos\theta - F_2\sin\theta - c\dot{x}, \\ m\ddot{y} &= F_1\sin\theta + F_2\cos\theta - mg - c\dot{y}, \\ J\ddot{\theta} &= rF_1, \end{aligned} \tag{1}$$

где x, y обозначим горизонтальное и вертикальное положение центра масс самолета, m – масса самолета и θ – угол крена, то есть угол, который самолет образует с линией горизонта. Управляющие входы $u = F_1 + F_2$ являются силой тяги (направленной вовне от нижней точки самолета), J – подвижного момента инерции, g является ускорением свободного падения[1].

Далее будет удобно, если обозначим входные данные, так чтобы начало координаты являлся точкой равновесия системы с нулевым входом. Допустим $u_1 = F_1$ и $u_2 = F_2 - mg$, то тогда вышеуказанные формулы в этом случае можно сформулировать таким образом:

$$\begin{aligned} m\ddot{x} &= -mg\sin\theta - c\dot{x} + u_1\cos\theta - u_2\sin\theta, \\ m\ddot{y} &= mg(\cos\theta - 1) - c\dot{y} + u_1\sin\theta - u_2\cos\theta, \\ J\ddot{\theta} &= ru_1. \end{aligned} \tag{2}$$

Эти уравнения описывают движение самолета в виде набора из трех связанных дифференциальных уравнений второго порядка[2].

Далее мы будем линеаризовать вышеуказанные нелинейные уравнения (см. формулу 2) второго порядка. Для того чтобы решить систему уравнений, сначала нам нужны ряды Тейлора.

Мы выбрали нелинейную систему уравнений (см. 2), который имеет точку равновесия x_e. Вычисляя ее разложение в ряд Тейлора, мы можем написать следующее уравнение:

$$\frac{dx}{dt} = F(x_e) + \left.\frac{\partial F}{\partial x}\right|_{x_e}(x - x_e) +$$

$$+\text{условия высшего порядка } (x - x_e). \tag{3}$$

Теперь рассмотрим динамику самолета с управляемым вектором тяги, которая описанная в рисунке-1. Предположим, что мы выбираем $u_1 = u_2 = 0$ так, чтобы представить динамику системы в следующем виде:

$$\frac{dz}{dt} = \begin{bmatrix} z_4 \\ z_5 \\ z_6 \\ -\frac{c}{m}z_4 \\ -mg - \frac{c}{m}z_5 \\ 0 \end{bmatrix} \tag{4}$$

где $z = (x, y, \theta, \dot{x}, \dot{y}, \dot{\theta})$.

И так наша система имеет надежную и точную линейную динамическую модель (3.1.1), поэтому динамику системы можно записать в виде пространства состояний, например:

$$\frac{dz}{dt} = \begin{bmatrix} z_4 \\ z_5 \\ z_6 \\ -\frac{c}{m}z_4 \\ -mg - \frac{c}{m}z_5 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{1}{m}\cos\theta F_1 - \frac{1}{m}\sin\theta F_2 \\ \frac{1}{m}\sin\theta F_1 + \frac{1}{m}\cos\theta F_2 \\ rF_1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Чтобы получить линеаризованную модель около точки равновесия, мы вычисляем линеаризацию в следующем простом виде (z_e, u_e):

$$A = \frac{\partial F}{\partial z}\Big|_{z_e} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -g & -\frac{c}{m} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{c}{m} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad (6)$$

Собственные значения системы может быть вычислены таким образом:

$$\lambda(A) = \left\{0,0,0,0,-\frac{c}{m},-\frac{c}{m}\right\}. \quad (7)$$

Отсюда видно, что линеаризованная система не является асимптотически устойчивым, так как не все собственные значения имеют строго отрицательную действительную часть.

Далее разрабатывая математическую модель самолета вертикального взлета и посадки, будем предполагать, что углы изменения положения аппарата около точки равновесия будут малые, а воздушное судно будет представлять собой твердое тело, расположенное в трехмерном пространстве, с приложенными к нему силами и моментами.

На основе уравнения (2) составим математическую модель СВВП в программном пакете MATLAB-Simulink.

Целью моделирования является выявление сильных и слабых сторон различных алгоритмов управления, их особенностей и границ их применения.

Схема моделирование представлена на рисунке 2.

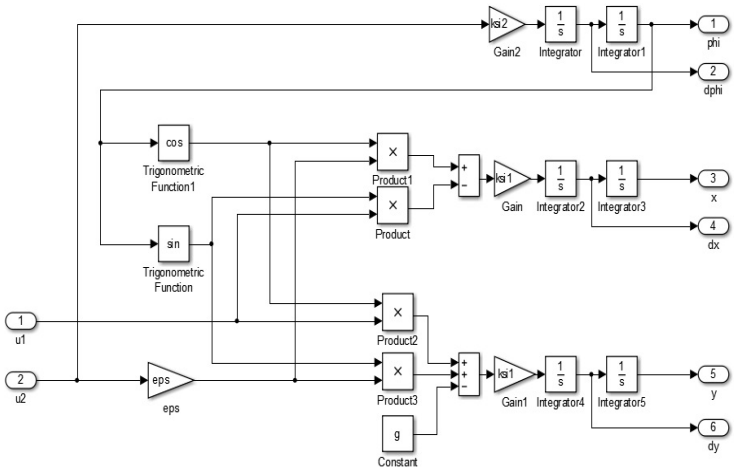


Рис. 2. Математическая модель СВВП, составленная в программном пакете MATLAB-Simulink

Нам следует отметить, что плоский самолет ВВП нелинейная система с тремя выходами и только с двумя входами. Для стабилизации данного самолета, сначала, мы должны стабилизировать высоту, чтобы удовлетворить динамику линейной системы.

Сейчас мы хотим управлять положением самолета в пространстве – это проблема, которая требует стабилизацию, как в отношении, так и в положении. Чтобы управлять боковой динамикой самолета векторной тяги, мы используем методологию проектирования цикла «внутреннего/внешнего контура».

Опираясь на вышеуказанные данные, мы напишем динамику системы, используя блочную диаграмму:

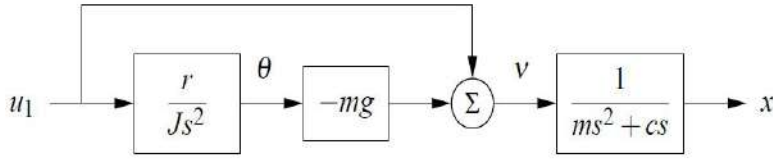


Рис. 3. Блок-схема, которая описывает динамику системы

Для вычисления передаточной функции от u_1 до θ, используем эту блок-схему и покажем, что они удовлетворяет условию:

$$H_{\theta u_1} - \frac{r}{Js^2},$$

$$H_{xu_1} = \frac{Js^2 - mgr}{Js^2(ms^2+cs)}. \quad (8)$$

Регулятор построен путем разделения динамики процесса, и он состоит из двух составляющих: внутренний контур, состоящий из динамики углов крена P_i и управления C_i, а также внешний контур, состоящий из динамики бокового положения P_o и его управления C_o.

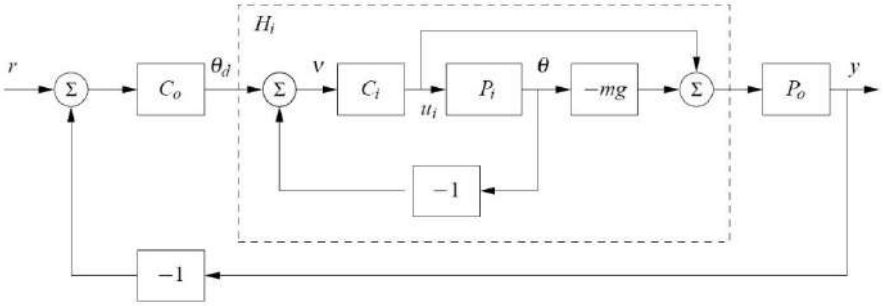


Рис. 4. Блок-схема, которая описывает внутреннее/внешнее управление конструкцией самолета ВВП

где, внешний контур H_i управляет углом крена самолета вертикального взлета и посадки; а регулятор внешнего контура C_o дает команду в угол крена, чтобы регулировать боковое положение самолета вертикального взлета и посадки; Динамики процесса разделяется на внутренний (P_i) и внешний контур (P_o) динамики, которые объединяются, чтобы сформировать полную динамику для самолетов ВВП.

Метод, который мы используем при разработке управлении C_i для внутреннего контура, в результате чего замкнутая система контура H_i обеспечивает быстрое и точное регулирование углом крена самолета ВВП. Далее нам нужно разработать регулятор для бокового положения, который использует аппроксимацию (приближение), в результате чего мы можем непосредственно регулировать угол крена, как входом к динамике управляющей положением. Предположительно, динамики управления угла крена быстры по отношению к требуемой ширине полосы управления боковым положением. Затем мы можем объединить внутренние и внешние контуры управления, чтобы получить единое управление для всей системы. В качестве технических требований к характеристикам для всей системы, мы хотели бы иметь нулевую стационарную ошибку в боковом положении, которая полоса пропускания около 1 рад / с и запас по фазе 45º.

Далее пытаюсь разработать регулятор для внешнего контура. Предположим, что внутренний контур управления углом крена является совершенным, так что мы можем принять θ_d в качестве входа к нашей боковой динамике. Следовательно, мы можем написать динамику внешнего контура следующим образом:

$$P(s) = H_i(0)P_o(s) = \frac{H_1(0)}{ms^2+cs}, \quad (9)$$

где заменяем $H_i(s)$ на $H_i(0)$, чтобы отразить наше приближение, в конечном итоге внутренний контур будет отслеживать наш вход, который дает команду, и, конечно же, это приближение не может быть действительным, поэтому мы должны убедиться в этом, когда завершаем нашу разработку.

Наша следующая цель сконструировать регулятор, который даст нулевую постоянную ошибку в координате x и имеет частоту 1 рад/с. Динамики процесса внешнего контура определяются интегратором второго порядка, и мы снова можем использовать ведущий компенсатор, чтобы угодить спецификациям. Мы также выбираем конструкцию, таким образом, что передаточная функция внешнего контура имеет $|H_{oc}| < 0.1$ для $\omega < 10\frac{\text{рад}}{\text{с}}$, чтобы H_i динамикой можно было пренебречь, а теперь на основе этого выбираем форму регулятора:

$$C_o(s) = -k_o\frac{s+a_o}{s+b_o}, \quad (10)$$

с отрицательным знаком, чтобы отменить отрицательный знак в динамике процесса. Чтобы найти положения полюсов, отмечаем, что опережение по фазе выравнивается приблизительно $b_o/10$. Далее мы стремимся к опережению по фазе в срезе и хотим, чтобы фаза среза в $\omega_{gc} = 1\text{рад/с}$, таким образом, это дает нам $b_o = 10$. Для того чтобы убедиться имеем ли мы адекватной опережение фазы, мы должны выбрать a_o такой, что $b_o/10 < 10a_o < b_o$, что означает a_o должен быть между 0.1 и 1. Опираясь на это, мы выбираем $a_o = 0.3$.

Под конец, нам необходимо установить коэффициент усиления системы, таким образом, что на фазе среза коэффициент усиления контура имеет величину равно 1. Простое вычисление показывает, что $k_o = 2$ удовлетворяет систему. И так, конечный регулятор можно сформулировать следующим образом:

$$C_o(s) = 0.8\frac{s+0.3}{s+10}. \quad (11)$$

И так, в данном разделе наконец-то, мы можем объединить регуляторов внутреннего и внешнего контура и убедиться, что система имеет требуемый замкнутый контур характеристики. Графики Боде и Найквиста с регуляторами внутреннего и внешнего контура приведены ниже, и мы видим, что спецификации удовлетворены.

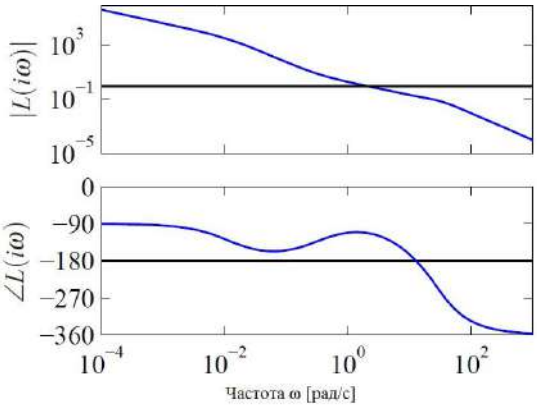


Рис. 5. График для комбинированного регулятора

Чтобы иметь полное представление о свойствах замкнутой системы, мы можем построить график следующим образом:

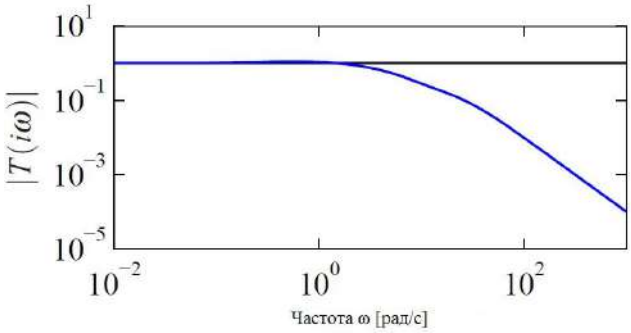


Рис. 6. Группа графиков самолета с векторной тяги

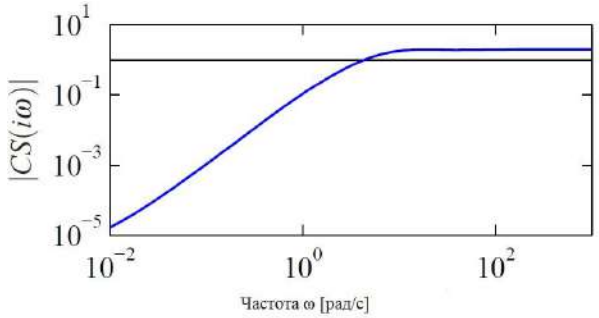


Рис. 7. Группа графиков для самолета с векторной тяги

Как мы видим из приведенных выше графиков, передаточные функции между всеми входами и выходами являются приемлемыми. Чувствительность к нагрузке возмущений P(S) велика на низких частотах, так как регулятор не имеет интегральное действие.

В соответствии с одной из задач данной работы, состоящей в нахождении параметров регулятора основного контура, настраиваемых в блоке алгоритма адаптации, получены переходные характеристики.

Как показало имитационное моделирование, предложенный закон управления действует довольно хорошо. По сравнению с другими системами управления наш обладает тем преимуществом, что закон управления является робастным относительно неопределенности.

В заключение хотелось бы сказать, что метод разделения динамики во внутренние и внешние контуры применяется во многих программах управления. В конечном счете, именно этот метод приведет конструкцию из сложных систем в более простой. В действительности, изученная динамика самолета вертикального взлета и посадки в этой работе является передовым для проектирования регулятора бокового положения x на вход u_1. Использование дополнительного измерения θ значительно упрощает конструкцию, так как он может быть разбит на более простые части.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Hauser J., Sastry S., Meyer G. NonlinearControlDesignforSlightyNon-minimumPhaseSystems: Application to V /STOL // Automatica. – 1992. – №4 (28). – p. 665-679.

[2] Castillo P., Garcia O., Lozano R. Linear and nonlinear control strategies to stabilize a VTOL aircraft comparative analysis – Berlin: Springer, 2005. -252 p., il.

[3] Цихош Э. Сверхзвуковые самолёты пр. Самолёты вертикального взлёта и посадки - Москва, 1983. – 88с.

[4] Хафер К. Техника вертикального взлета и посадки / К. Хафер, Г. Загс; пер. с нем. – Москва: Мир, 1985. -376 с., ил.

Жалел Б.

Сызықтық үлгінің негізінде тік ұшып-қону ұшағының басқару алгоритмінің синтезі

Түйіндеме. Бұл мақалада сызықтық үлгінің негізінде тік ұшып-қону ұшағының басқару алгоритмінің синтезін зерттеу қарастырылған. Жалпы, басқарутеориясыныңеңнегізгітапсырмаларыныңбіріол – ұшатынаппараттардыңұшуынбасқару. Ауаның тығыздығы мен қозғалтқыштың ішкі динамикасын есепке алатын ұшақтың толық динамикасы және көптеген өзгермелі шамалар басқару үшін тым қиын, тіпті басқарылмайды десе де болады. Осының негізінде мамандардың қызығушылығын қарапайым ұшу аппараттары өзіне аударды. Ол аппараттардың ерекшелігі кірісінде минималды кіріс күйі мен сигналдары бар, бірақ маңызды қасиеттерді сақтауы болып табылады.

Кілт сөздер: Тік ұшып-қону ұшағы, ТҰҚҰ, векторлықкүшпенбасқару, құрылымныңорнықтылығы, векторлықкүш.

Zhalel B.

Synthesis of control algorithms for vertical take-off and landing aircraft on the basis of linearized model

Summary. Flight control is an essential problem that appears in many applications such as spacecraft, aircraft and helicopters. The complete dynamics of an aircraft, taking into account aeroelastic effects, flexibility of the wings, internal dynamics of the engine and the multitude of changing variables, are quite complex and somewhat unmanageable for the purposes of control. It is also particularly interesting to consider a simplified aircraft, which has a minimum number of states and inputs but retains the main features that must be considered when designing control laws for a realaircraft.

Key words: planer vertical take-off and landing aircraft, PVTOL, control of vectored thrust, stability of structures, vectored thrust.

УДК 681.587 (043)

А. Т Бекбай, Н.У Алдияров, К. А Ожикенов
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан,ainura_b.t@mail.ru)

АЛГОРИТМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГРУППЫ РОБОТОВ – МАНИПУЛЯТОРОВ

Аннотация. Разработка адаптивного метода синхронизации взаимодействия нескольких роботов-манипуляторов и проверка его посредством моделирования.Основной метод синхронизации манипуляторов, в данной работе — метод ошибки синхронизации, основанный на работеДонг Сан [1] — используется в сочетании с простым адаптивным регулятором. Параметры модели робота-манипулятора заимствованы из работы СтиваУльриха[2]. Апробация разработанных законов управления проводилась численным моделированием в программной среде Matlab. Модели манипуляторовразрабатывались в программе Simulink с помощью библиотеки SimMechanics.

Ключевые слова: роботы – манипуляторы, адаптивный метод, сихронизация,контроллер

Адаптивный контроллер отличается от обычного контроллера тем, чтоего параметры могут меняться со временем, и существует алгоритм для подбора этих параметров во время работы системы управления за счёт введения обратной связи. Для робота-манипулятора такими параметрами могут являться, как и коэффициенты ПИД-регулятора, так и характеристики самого манипулятора — длины и масса звеньев, масса и момент инерции полезной нагрузки.

Для последующего обзора введём динамическую модель звенногоробота–манипулятора. Наиболее типичной формой описаниямногозвенногоманипулятора с жёсткими звеньями является уравнение Лагранжа [1; 2–3];

$$H(q)\ddot{q} + C(q,\dot{q})\dot{q} + G(q) = \iota, \quad (1)$$

где q = $[q_1, \dots, q_n]^T \in R^{n\times 1}$— вектор обобщённых координат сочленений звеньев манипулятора, $H(q)\ddot{q} \in R^{n\times n}$— матрица инерции, $C(q,\dot{q})\dot{q} \in R^{n\times 1}$—вектор кореолисовых и центробежных сил,$C(q) \in R^{n\times 1}$— вектор гравитационной силы и $\tau \in \tau \in R^{n\times 1}$— вектор внешних сил управления.

Трение и различного рода возмущения опущены. Обозначим следующие три свойства дляданного уравнения.

Свойство 1 *Для всех* $q \in R^n$ *матрица H(q) симметрична и положительно определена.*

Свойство 2 *Длявсех* $q \in R^n$ *имеетместоN(q,* $\dot{q}$*)=* $\dot{H}(q) - 2C(q, \dot{q})$*,где N(q,* $\dot{q}$*) — кососимметричная матрица.*

Свойство 3 *Уравнение динамики манипулятора линейно относительно параметров инерции. Другими словами, существуют такие вектор* a$\in R^{r\times 1}$ *и матрица-регрессор Y (q,* $\dot{q}, \ddot{q}) \in R^{n\times r}$*, что*

$$H(q)v + C(q,\dot{q})\dot{q} + G(q) = Y(q,\dot{q},\ddot{q})a \qquad (2)$$

Описание модели робота-манипулятора

В работе использовалась модель плоского двухзвенного робота-манипулятора (рис. 1[1]).

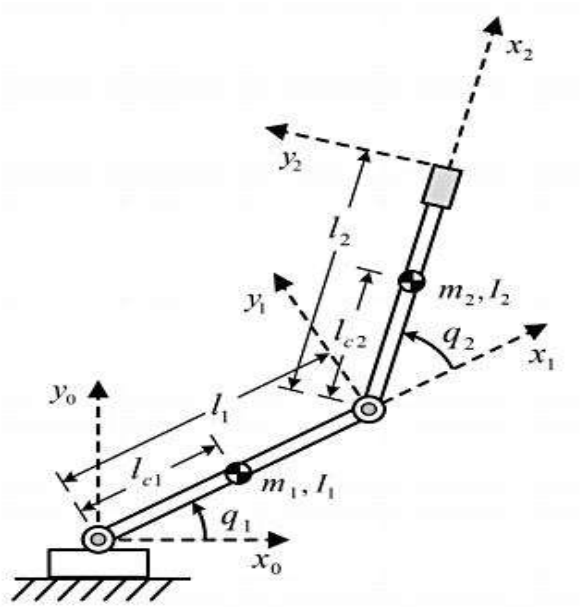


Рис. 1. Модель плоского двухзвенного робота-манипулятора:
l_i — длины звеньев, l_{ci} — расстояния до центрах тяжести, m_i — массы звеньев, x_i — координаты сочленений и рабочего органа, q_i — углы поворота звеньев, i = 1, 2

В дальнейшем при моделировании будут использоваться уравнения дляпреобразования линейных координат и скоростей в угловые, описываемыеуравнениями обратной кинематики, а также уравнение Эйлера-Лангража, описывающая динамику манипулятора. Для прямого преобразования библиотека SimMechanics располагает средствами, совершающими его автоматически.

З а м е ч а н и е 1 *В рамках данной работы, моделирование будет происходить в условиях невесомости, следовательно ускорение свободного падения* g = 0 м/с.

Моделирование и проверка полученных характеристик регулирования

Для моделирования использовалась программа Simulink. В процессемоделирования использовалась модель манипулятора со следующими характеристиками:

– Массы звеньев $m_1 = m_2$ = 1.5075 кг.

– Длины звеньев $l_1 = l_2$ = 4.5 м.

– Расстояние до центра тяжести l_{c1} =l_{c2} = 2.25 м.

В процессе моделирования использовалось два манипулятора. *Задачауправления* — двигать рабочий орган манипулятора по заданной траектории

— полуокружности. *Задача синхронизации* — сохранение расстояния междурабочими органами манипулятора dm.

Моделирование с использованиям адаптивной составляющей было проведено для тех же параметров ПД–регулятора. Ниже представлены результатымоделирования для адаптивного регулятора без синхронизации.

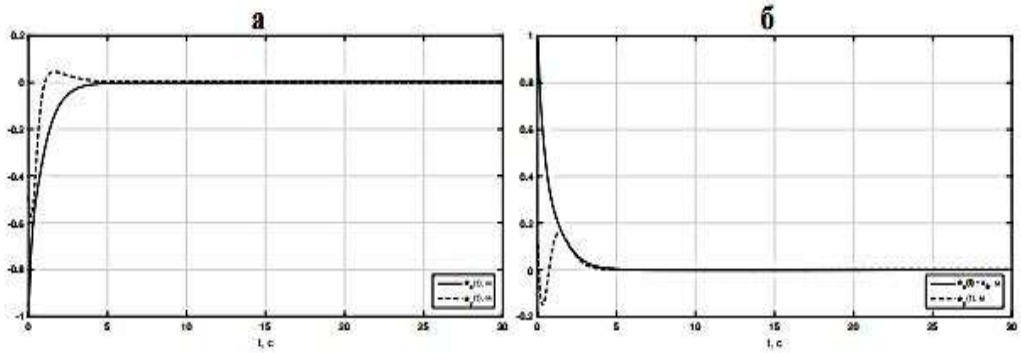


Рис.2. Траекторные ошибки (адаптивный регулятор, без контура синхронизации): а — ошибка траектории первого манипулятора; б — ошибка траектории второго манипулятора

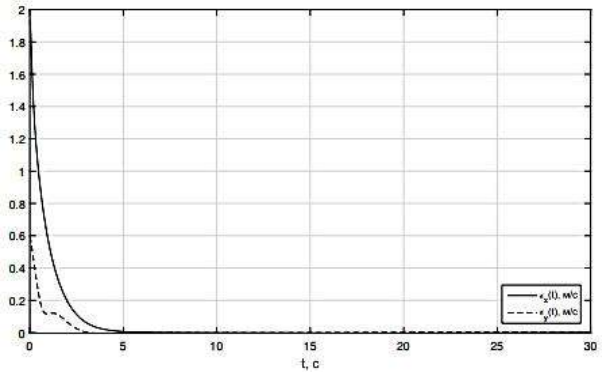


Рис. 3. Ошибка синхронизации по *хиу*(адаптивный регулятор, без контура синхронизации)

Ниже на рисунках 4 и5 представлены результаты моделирования для адаптивного регулятора с контуром синхронизации.

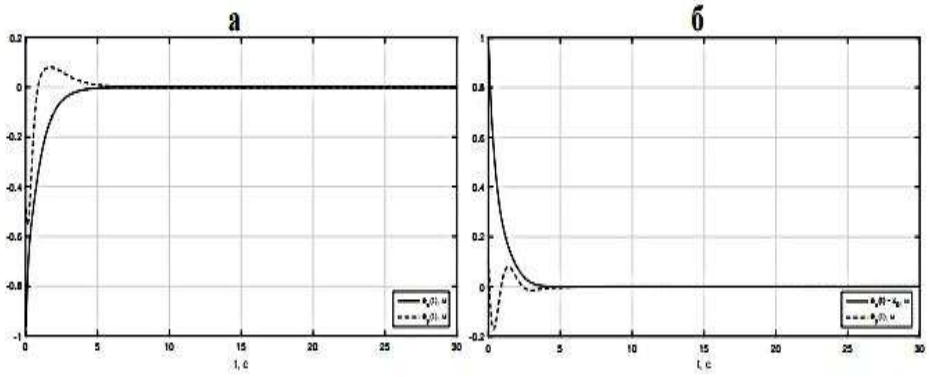


Рис. 4. Траекторные ошибки (адаптивный регулятор, с контуром синхронизации): а — ошибка траектории первого манипулятора; б — ошибка траектории второго манипулятора

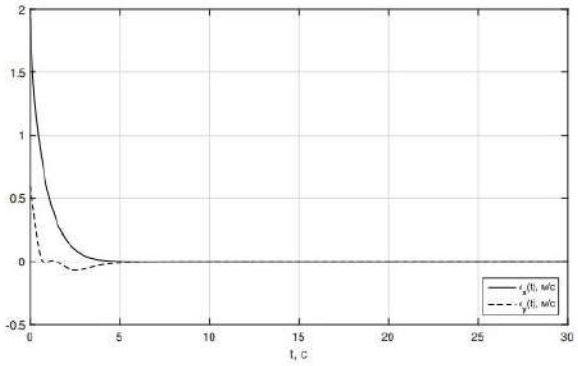


Рис. 5. Ошибка синхронизации по *x* и *y*
(адаптивный регулятор, с контуром синхронизации)

По графикам видно, что при продолжительном регулировании траекторная ошибка и ошибка синхронизации уменьшается при использовании дополнительного контура синхронизации.

ЛИТЕРАТУРА

[1] СанД., Миллс Ж. К., Адпртичное синхронизированное управление для координации задач мультироботизированной сборки//Робототехника и Автоматизация, Транзакции IEEE на. — 2002. — Издание 18, № 4. — Стр 498-510.

[2] Ульрих С. Прямые методологии адаптивного управления для гибких совместных космических манипуляторов с неопределенностями, и ошибка моделирование: кандидатская диссертация / Ulrich Стив. - Карлтонский университет Оттава, 2012.

[3] Скиэвикко Л., Сицилиано В. Моделирование и управление роботизированными манипуляторами. Наука Спрингера & деловые СМИ, 2012.

Bekbay A. T., Aldiyarov N.U., Ozhikenov K. A.

Algorithms for synchronizing operation of the group of robots - manipulators

Summary. This article describes a robot manipulator control method using a further synchronization circuit. For the simulation model was used a robotic arm, set in the Euler equation - Langrazha. The simulation used two types of controllers - PD - controller and an adaptive controller.

As a result of the simulation, it was shown that with the use of additional synchronization is to add additional control, depending on the overall error manipulators synchronization process performance improved - at long simulation synchronization error as trajectory error, manipulators are reduced. This is true for both adaptive controller and for PD.

Key words: robots - manipulators, adaptive method, synchronization, controller.

УДК 681.587(043)

А.И. Адилов, Ж.Е. Куатканова, К.А. Ожикенов, Н.А. Баянбай
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, nca25@inbox.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ

Аннотация. Робот манипулятор как управляемая система, имеет постоянные или медленно изменяющиеся неопределенные параметры. Даже на хорошо структурированном промышленном объекте, роботы могут столкнуться с неопределенностью в отношении параметров, описывающих динамические свойства обхвата нагрузки. Так как эти параметры трудно вычислить или измерить, они ограничивают потенциал роботов для точного манипулирования объектами значительного размера и веса. Адаптивные алгоритмы управления являются решением к управлению такой системой. Разработка эффективных адаптивных регуляторов представляет собой важный шаг в направлении высокоскоростных точных роботизированных приложений. Так адаптивные системы управления, будь они применимы для линейных или нелинейных систем, по своей природе нелинейные, их анализ и исследование представлено в данной статье.

Ключевые слова. робот, манипулятор, адаптация, алгоритм адаптации, закон управления, закон адаптации.

Модель робота-манипулятора

При отсутствии трения и других возмущений, динамика твердого манипулятора может быть записать в виде:

$$H(q)\ddot{q} + C(q,\dot{q})\dot{q} + g(q) = \tau \quad (1)$$

где q вектор $n \times 1$ перемещений звеньев, τ вектор $n \times 1$ прикладных звеньев крутящих моментов (и сил), $H(q)$ симметричная $n \times n$ положительно определенная матрица инерции манипулятора, $C(q,\dot{q})\dot{q}$ вектор $n \times 1$ центростремительности и Кориолиса крутящих моментов и $g(q)$ вектор $n \times 1$ гравитационных моментов.

Следует отметить два упрощающих свойства, вышеупомянутой динамической структуры. Во-первых, как было отмечено несколькими авторами (например, [1] и [2]), две $n \times n$ матрицы H и C не являются независимыми. В частности, дано правильное определение матрицы C (заметим, что центростремительность и Кориолис вектора крутящего момента $C\dot{q}$ однозначно определен, но не матрица C), матрица $(H - 2C)$ кососимметрична, свойство, которое может быть легко получено из лагранжевой формулировки динамики манипуляторов и отражает сохранение энергии. Это свойство также можно записать:

$$\dot{H} = C + C^T$$

Так как $\dot{H}$ симметрична. Второе важное свойство — это отдельные слагаемые в левой части (1), и поэтому вся динамика, является линейной, эквивалентно соответствующе манипулятору и параметрам нагрузки [3], [4].

Разработка регулятора

Проблема разработки адаптивного регулятора заключается в следующем. С учетом желаемого положения звеньев $q_d(t)$ а также с некоторыми или со всеми неизвестными параметрами манипулятора, вывести закон управления для привода крутящего момента, и закон оценки для неизвестных параметров, таким образом, чтобы положение звеньев $q(t)$ манипулятора точно отслеживалось $q_d(t)$ после первоначального процесса адаптации.

Пусть α постоянный m-мерный вектор, содержащий неизвестные элементы, соответствующим образом выбранный набором эквивалентных динамических параметров, пусть $\hat{\alpha}$ будет его (изменяющаяся во времени) оценка, матрицы $\hat{H}$, $\hat{C}$ и $\hat{g}$, получены из матриц H, C и g путем замены оценки $\hat{\alpha}$ для фактического α. Тогда линейная параметризация динамики:

$$\tilde{H}(q)\ddot{q}_r + \tilde{C}(q,\dot{q})\dot{q}_r + \tilde{g}(q) = Y(q,\dot{q},\dot{q}_r,\ddot{q}_r)\tilde{\alpha} \quad (2)$$

где $\tilde{\alpha} = \hat{\alpha} - \alpha$ ошибка оценки параметра, Y является $n \times m$ матрицей не зависящей от динамических параметров, а также $\dot{q}_r$ определяется как:

$$\dot{q}_r = \dot{q}_d - \Lambda\tilde{q}$$

причем Λ положительно определенная матрица, а $\tilde{q}(t) = q(t) - q_d(t)$, обозначающей ошибку слежения положения. Вектор $\dot{q}_r$ образованный модификацией заданной скорости$\dot{q}_d$, использует ошибки положения $\tilde{q}$, и вводится, чтобы гарантировать сходимость ошибки слежения. Наглядно, эталонная скорость $\dot{q}_r$ увеличивается, если фактическая траектория q отклоняется от программной q_d.

Следующий выбор законов управления и адаптации, были предложены в работе [5]:

$$\tau = \hat{H}\ddot{q}_r + \hat{C}(q,\dot{q})\dot{q}_r + \hat{g}(q) - K_D s \quad (3)$$

$$\dot{\hat{\alpha}} = -\Gamma Y^Y s \quad (4)$$

где Γ постоянная положительно определенная матрица, $K_D(t)$ является равномерно положительно определенной матрицей, а векторы, которые можно рассматривать как меру точности слежения, определяются как:

$$s = \dot{q} - \dot{q}_r = \dot{\tilde{q}} + \Lambda\tilde{q} \tag{5}$$

Вышеуказанные законы управления и адаптации гарантируют глобальную сходимость положения и скорости ошибки слежения. Строгое математическое доказательство этого результата, основано на равномерной непрерывности $\dot{V}(t)$, подробно описано в [6]. Тогда можно легко показать, из определения (5) что сходимость s к нулю, в свою очередь гарантирует, что $\tilde{q}$ и $\dot{\tilde{q}}$ тоже стремятся к нулю.

Структура адаптивного регулятора определяется формулой (3) и (4) схематически изображена на рисунке 2. Регулятор состоит из двух частей. Первая часть представляет собой особую форму полной компенсации динамики, с тремя соответствующими выражениями, инерционности, центростремительности и Кориолиса и гравитационных моментов. Эта часть, основана из оцениваемых параметров, которые обеспечивают динамический вращающий момент, необходимые, чтобы сделать заданные движения. Вторая часть фактически содержит два выражения, представляющие обратную связь ПД, как $-K_D s = -K_D\dot{\tilde{q}} - K_D\Lambda\tilde{q}$ - формула для регулирования реальных траектории. На входах регулятора задано положение звеньев q_d, скорости $\dot{q}_d$ и ускорения $\ddot{q}_d$.

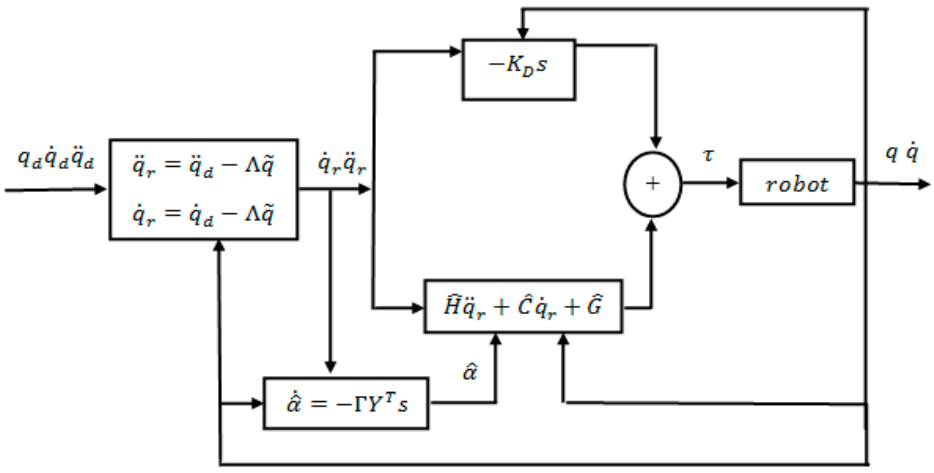


Рис. 1. Структура адаптивного регулятора

Замечание. В отличие от регуляторов адаптивной эталонной модели [7], этот адаптивный регулятор не требует обязательного использования эталонной модели. В задачах с только заданным положением звеньев, эталонная модель может быть использована для питания, требуемого регулятором слежения $q_d, \dot{q}_d, \ddot{q}_d$. Но во многих робототехнических задач слежения, гладкие декартовые движения планируются заранее, и используется обратная кинематика, чтобы найти нужную позицию звеньев, скорости и ускорения. В таких ситуациях, адаптивный регулятор является более выгодным, чем эталонная модель, так как следует по заданной траектории, соответствующим запланированным декартовым движениям, а не измененным траекториям по эталонной модели. Кроме того, такой адаптивный регулятор не требует допущений и упрощений, такие как локальная линеаризация, временная инвариантность, или разъединенная динамика, а также отсутствует необходимость измерения ускорений звеньев или инверсии расчетной инерционной матрицы.

Динамическая модель робота манипулятора

Перед тем как представить экспериментальные результаты, кратко обсудим здесь экспериментальное оборудование, динамическую модель робота и конструкцию адаптивного управления.

Используемое оборудование [8], представляет собой прямого приводную полу руку с двумя степенями свободы, разработанная в колледже медицинских наук «Whitaker» в Массачусетском технологическом институте. Приставка «полу», указывает, что второе звено косвенно двигается от электродвигателя через механизм, расположенного у основания. Манипулятор был предназначен для использования в качестве экспериментальной установки для исследования движения руки человека. Система состоит из двухзвенной руки, два серводвигателя постоянного тока с усилителями, два оптических кодера, два тахометра и микрокомпьютер «PDP 11/73». Рука лежит в горизонтальной плоскости, и, следовательно, эффекты гравитации отсутствуют (на самом деле, при наличии силы тяжести, дополнительно демонстрируются преимущества адаптивного алгоритма).

Два звена сделаны из алюминия, с длиной 0.37 м и 0.34 м, и массы 0.9 кг и 0.6 кг соответственно. Хотя используется механизм сцепления, масса руки не динамически сбалансирована, и, следовательно, представляет полный эффект неопределенных сочетаний.

Положения звеньев оцениваются с помощью инкрементных оптических кодеров, прикрепленными к выходному валу каждого крутящего момента двигателя, с разрешением 12 бит / 180°, т.е. 0.045°.

Скорости звеньев непосредственно измеряются тахометром, которые встроены в корпуса двигателей, изначально были предназначены для высокоскоростных работ с валами двигателей, и, следовательно, имеют низкое выходное напряжение для сравнительно низкоскоростных вращений прямо приводных рычагов вала

На рисунке 2 представлена составленная динамическая модель манипулятора из уравнений Лагранжа:

$$\alpha_1\ddot{q}_1 + (\alpha_3 c_{21} + \alpha_4 s_{21})\ddot{q}_2 - \alpha_3 s_{21}\dot{q}_2^2 + \alpha_4 c_{21}\dot{q}_2^2 = \tau_1 \quad (6\text{-a})$$

$$(\alpha_3 c_{21} - \alpha_4 s_{21})\ddot{q}_1 + \alpha_2\ddot{q}_2 + \alpha_3 s_{21}\dot{q}_1^2 + \alpha_4 c_{21}\dot{q}_1^2 = \tau_2 \quad (6\text{-b})$$

где $c_{21} = \cos(q_2 - q_1), s_{21} = \sin(q_2 - q_1)$. Это линейно в терминах четырех параметров α_1, α_2, α_3, α_4, которые связаны с физическими параметрами звеньев на рисунке 2, через:

$$\alpha_1 = J_1 + J_a + m_2 l_1^2 + m_a h_a^2 \qquad \alpha_2 = J_2 + J_b + m(2)h_2^2 + m_a r_a^2$$

$$\alpha_3 = m_2 h_2 l_1 cos\delta - m_a h_a r_a \qquad \alpha_4 = m_2 h_2 l_1 sin\delta \quad (7)$$

с нагрузкой рассматривается как часть второго звена. Определение компонентов матрицы C:

$$C(1,1) = C(2,2) = 0$$
$$C(1,2) = (a_4 c_{21} - a_3 s_{21})\dot{q}_2 \quad C(2,1) = (a_4 s_{21} - a_4 c_{21})\dot{q}_1$$

Кососимметричность $\dot{H} - 2C$ также может быть легко подтверждена.

Для простоты, матрица усиления обратной связи K_D и коэффициент усиления адаптации матрицы Γ в конструкции регулятора выбираются так, чтобы быть диагональными:

$$K_D = diag(k_{d1}, k_{d2}) \quad \Gamma = diag(\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4)$$

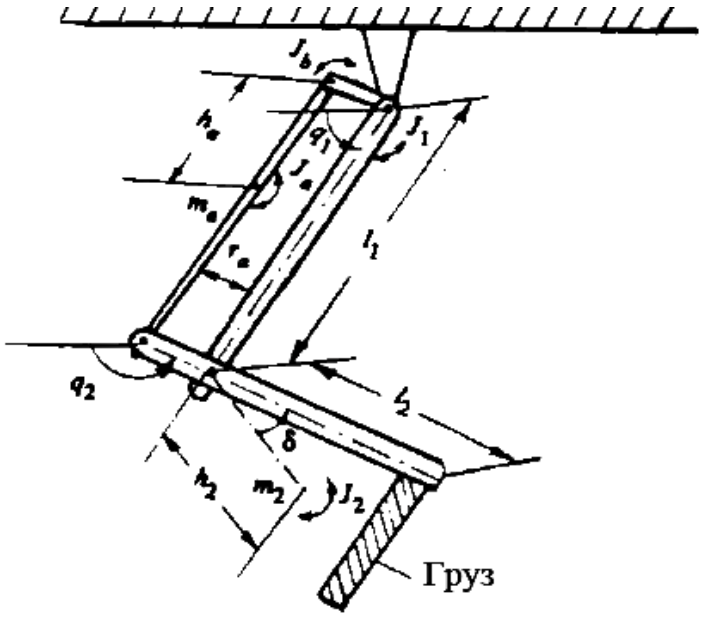


Рис. 2. Схема манипулятора

Форма закона управления над $\tau = \hat{H}\ddot{q}_r + \hat{H}\dot{q}_r - K_D s$ в условии вектора параметров α является:

$$\tau_1 = Y_{11}\alpha_1 + Y_{13}\alpha_3 + Y_{14}\alpha_4 - k_{d1}s_1 \quad (8\text{-a})$$

$$\tau_2 = Y_{22}\alpha_2 + Y_{23}\alpha_3 + Y_{24}\alpha_4 - k_{d2}s_2 \quad (8\text{-b})$$

где

$$Y_{11} = \ddot{q}_{r1} \quad Y_{13} = c_{21}\ddot{q}_{r2} - s_{21}\dot{q}_2\ddot{q}_{r2} \quad Y_{14} = c_{21}\ddot{q}_{r2} + s_{21}\dot{q}_2\ddot{q}_{r2}$$

$$Y_{22} = \ddot{q}_{r2} \quad Y_{23} = c_{21}\ddot{q}_{r1} + s_{21}\ddot{q}_{r1}\dot{q}_1 \quad Y_{24} = s_{21}\ddot{q}_{r1} - c_{21}\ddot{q}_{r1}\dot{q}_1$$

Алгоритм (закон) адаптации может быть записан в виде:

$$\dot{\hat{\alpha}}_1 = -\gamma_1 Y_{11} s_1 \quad (9\text{-a})$$

$$\dot{\hat{\alpha}}_2 = -\gamma_2 Y_{22} s_2 \quad (9\text{-b})$$

$$\dot{\hat{\alpha}}_3 = -\gamma_3 (Y_{13} s_1 + Y_{23} s_2) \quad (9\text{-c})$$

$$\dot{\hat{\alpha}}_4 = -\gamma_4 (Y_{14} s_1 + Y_{24} s_2) \quad (9\text{-d})$$

Отметим, что кулоновское и вязкое трение на вал двигателя и на стыках между звеньями пренебрегаются в адаптивной разработке регулятора и рассматриваются как нарушения.

Исследование алгоритмов управления роботом-манипулятором путем компьютерного моделирования

Рассмотрим моделирование замкнутой системы управления манипулятором. Цель моделирования двойная, а именно, чтобы продемонстрировать стабильность и эксплуатационные характеристики, предсказанные на основе теоретических разработок, и сравнить производительность адаптивного регулятора с пропорционально интегральным (ПД) управлением и регулятором вычисления крутящего момента, т.е. с двумя популярными не адаптивными методами управления.

Приведен график движения концевого схвата манипулятора по программной траектории в виде окружности, графики отслеживания точности движений звеньев манипулятора. Проанализировано влияние некоторых параметров регулятора на качество работы системы. Схема моделирования представлена на рисунке 3.

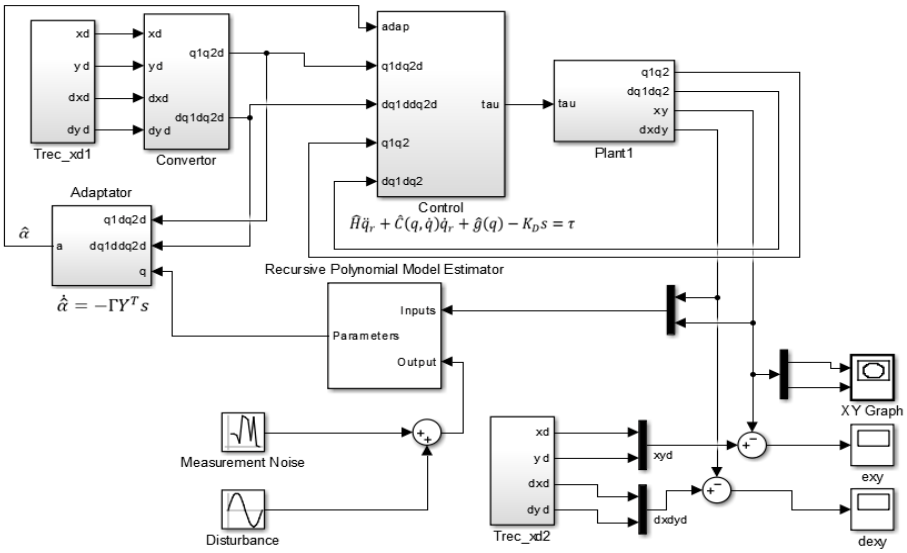


Рис. 3. Структурная схема адаптивной системы управления манипулятором

ПД управление $\tau = K_D\dot{\tilde{q}} - K_p\tilde{q}$ рассматривается здесь вместо ПИД, так как отсутствует гравитация, и, следовательно, соответствующие параметры излишни. Три экспериментальных результата представлены ниже, а именно, сравнение ПД и адаптивных регуляторов, сравнение вычисления крутящего момента и адаптивных регуляторов и сравнение всех регуляторов в условиях большой нагрузки. В экспериментах, конструктивные параметры каждого регулятора обращены к их оптимальным значениям. С точки зрения противоречивых требований, отслеживания точности движений звеньев, стабильности регулятора в условиях измерения шума, нарушений и не моделируемой высокочастотной динамики, так что лучшие характеристики трех регуляторов можно сравнить. Программная траектория одинакова для трех наборов экспериментов представлена на рисунке 4.

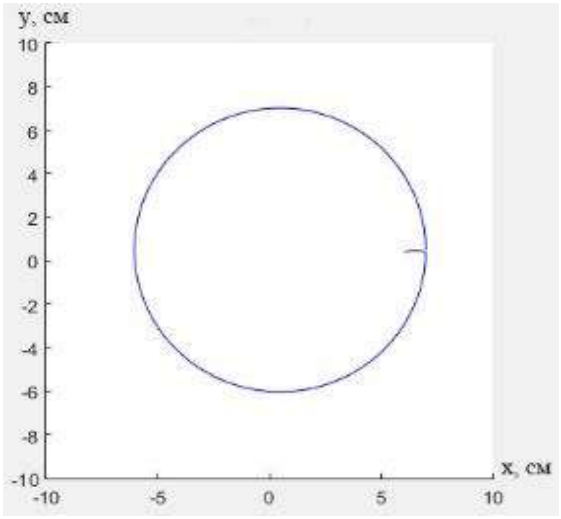


Рис. 4. Заданная траектория q_{1d} и q_{2d}

Движение по траектории длится в течение 1 секунды s, на первой половине секунды происходит отслеживание движения между начальными положениями q_s и конечными положениями q_g, а также на второй половине происходит регулирование остаточных ошибок слежения к нулю. Необходимые движения вдоль траектории отслеживаются двумя полиномами пятого порядка с интерполяцией между $q_s = [20°\ 100°]^T$ и $q_g = [70°\ 100°]^T$, с нулевыми желаемыми скоростями и ускорениями при $t = 0$ и $t = 0.5\ s$.

Сравнение пропорционально-дифференцирующего регулятора и адаптивного регулятора

В этом первом примере, нагрузка не прикреплена ко второму звену манипулятора. Для адаптивного регулятора, начальные значения оценок параметров принимаются равными нулю, то есть параметры руки робота, предполагаются абсолютно неизвестными. Таким образом, адаптивный регулятор, как и ПД, а управляющая часть играет все более эффективную роль в адаптации параметров, приводимая в движение с помощью отслеживания ошибок. Коэффициент адаптация γ_i выбирается для всех, равным 0.2.

Для обоих регуляторов, имеет большое значение правильный выбор обратной связи K_D и K_P (для адаптивного управления, $K_P = K_D \Lambda$), так как большие значения приводят к большей точности слежения, но менее устойчивы к измерению шумов и высокочастотной нем моделируемой динамики. Для простоты, в экспериментах все эти матрицы выбраны диагональными. Увеличивая K_D и K_P, оба регулятора становятся нестабильными, как и значения этих матриц. Это говорит о том, что адаптивный регулятор имеет в основном один и тот же уровень устойчивости к шуму и к высокочастотной не моделируемой динамике, как ПИД-регулятор.

Диагональные значения:

$$k_{1d} = 2.0\left(N \cdot m \cdot \frac{s}{rad}\right) \quad k_{2d} = 2.0\left(N \cdot m \cdot \frac{s}{rad}\right)$$

$$k_{p1} = 40.\left(N \cdot \frac{m}{rad}\right) \quad k_{p2} = 30.\left(N \cdot \frac{m}{rad}\right)$$

или, то же самое для адаптивного регулятора, $\lambda_1 = 20$ и $\lambda_2 = 15$, чтобы получить лучшую точность, избегая при этом заметное насыщение колебательных мод звеньев.

Результаты ПД-регулятора приведены на рисунке 5, а для адаптивного регулятора приведены на рисунке 6. Максимальные ошибки звеньев для ПД-регулятора являются 6.37° и 4°, но для адаптивного регулятора только -2.12° и -2°. Как и следовало ожидать, ошибки и управление крутящим моментом двух регуляторов очень близки в начальный период, но оценки параметров адаптивного управления зависимы ошибкой слежения. Примерно $t = 0.15$ s, термин управления с прогнозированием в адаптивном законе управления, основанный на этих оценках, в состоянии предотвратить дальнейший рост ошибок отслеживания (которые в случае ПД, достигают -5° и -3.9°, соответственно). Оценки параметров на рисунке 6 наблюдаются очень гладкими, как и следовало ожидать от структуры интегратора закона адаптации. Эта гладкость является желательной, поскольку это позволяет избежать, адаптивного насыщения колебаний мод звеньев. В конце операции отслеживания, как правило, важный момент в приложениях, ошибки звеньев адаптивного регулятора -0.9° в обеих углах, в то время как ПД-регулятор имеет максимальные ошибки звеньев. В последней половине времени, ошибки звеньев управляются регулятором, и рука принимает конечное положение q_g.

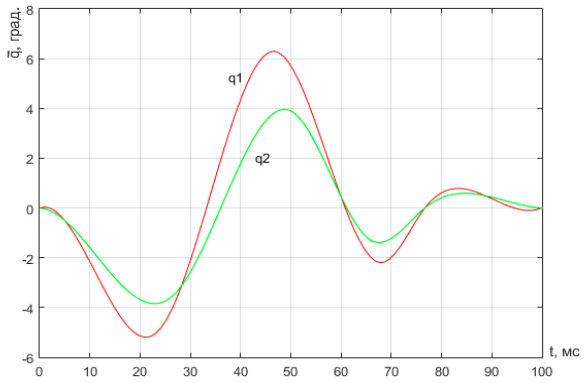


Рис. 5. ПД-регулирование без нагрузки. Ошибки слежения подсистем $\bar{q}_1$ и $\bar{q}_2$, измеряются – в [°]

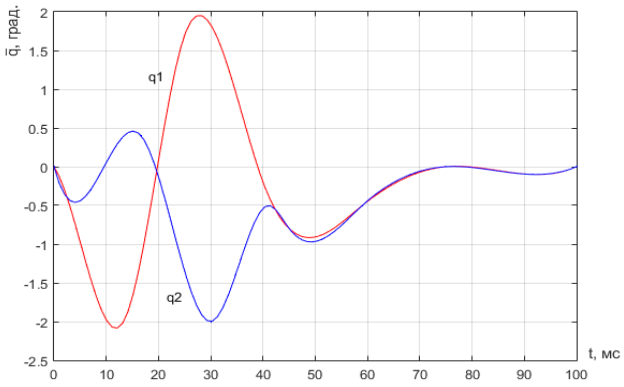


Рис. 6. Адаптивное управление, ошибки слежения подсистем $\bar{q}_1$ и $\bar{q}_2$, измеряются – в [°]

Сравнение регулятора крутящего момента и адаптивного регулятора

Метод вычисления крутящего момента является довольно стандартным подходом, формулировку которого можно найти в ряде работ (например, [9]). При отсутствии силы тяжести, входной крутящий момент можно записать в виде:

$$\tau = \hat{H}\left(\ddot{q}_d - K_1\dot{\tilde{q}} - K_2\tilde{q}\right) + \hat{C}\dot{q}$$

Возьмем K_1 и K_2, как диагональные матрицы:

$$K_1 = diag(2\omega_1, 2\omega_2) \qquad K_2 = diag\left(\omega_1^2, \omega_2^2\right)$$

где, ω_1 и ω_2 две положительные константы. При таком выборе K_1 и K_2, будет получена критически затухающая динамика ошибок, если использовались точные параметры. Выбор K_1 и K_2, экспериментален, как и раньше, лучшие значения ω_1 и ω_2 определяются как $\omega_1 = 20rad \cdot s^{-1}$ и $\omega_2 = 30rad \cdot s^{-1}$.

Конструктивные параметры адаптивного регулятора такие же, как и раньше, за исключением, что Γ увеличивается в два раза, так как приемлемые исходные параметры уже доступны. Значения параметров, которые используются для метода вычисления крутящего момента и в качестве начальных значений адаптивного управления являются:

$$a_1 = 0.11kg \cdot m^2 \quad a_2 = 0.0285kg \cdot m^2 \quad a_3 = 0.033kg \cdot m^2 \quad a_4 = 0$$

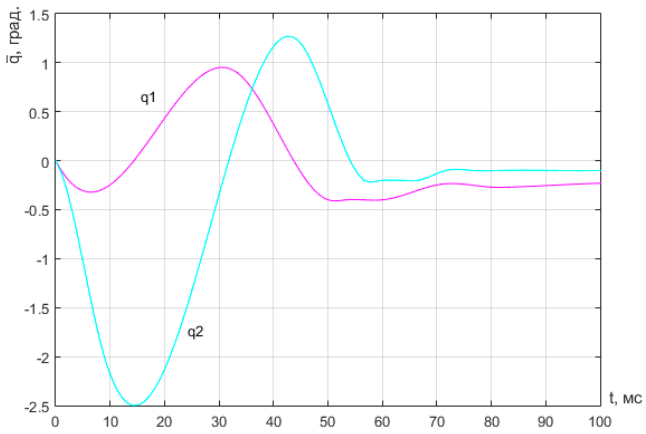


Рис. 7. Управление вычислением крутящего момента

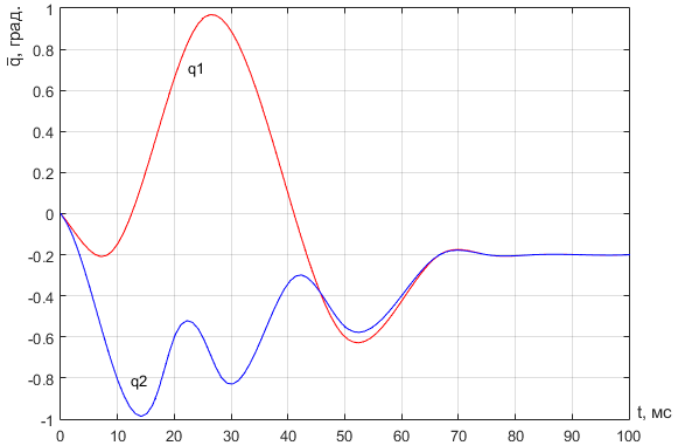


Рис. 8. Адаптивное управление

Они вычисляются из инженерных чертежей звеньев руки. Помимо расхождений между реальным величинами и на чертежах, масса датчика усилий, прикрепленного к конечной точке, также вызывает некоторые неточности в выше указанных значениях.

Результаты показаны на рисунке 7 для способа вычисления крутящего момента и на рисунке 8 для адаптивного регулятора. Максимальные ошибки слежения звеньев вычисления крутящего момента 0.9° и -2.5°, соответственно, в то время как для адаптивного регулятора составляют 0.95° и -0.96°. Ошибка слежения первого звена меньше, поскольку погрешность параметра больше в механизме, связанный со вторым звеном.

Сравнения в условиях большой нагрузки

Поскольку основной целью адаптивного регулятора является поддержание отслеживания точности в условиях значительной неопределенности в параметрах нагрузки, приложим большую нагрузку к концу второго звена, чтобы продемонстрировать эффективность адаптивного регулятора. Нагрузка имеет примерно половину размера и веса второго звена. Траектория последовательно управляется ПД, вычислением крутящего момента, а также адаптивным регулятором. Результаты приведены на рисунках 9 – 11.

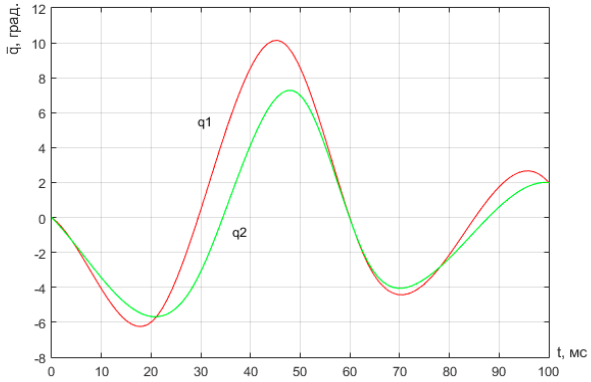


Рис. 9. ПД-регулирование под большой нагрузкой

На рисунке 9, максимальные ошибки слежения ПД регулятора увеличится до 10.2° и 7.4°. Даже в конце последнего регулирования, ошибки слежения все еще далеки от устоявшихся (1.3°и 0.9° соответственно). На рисунке 10, максимальные ошибки слежения регулятора вычисления крутящего момента являются 1.9° и -4.7°, что составляет увеличение на 1° и 2.2°.

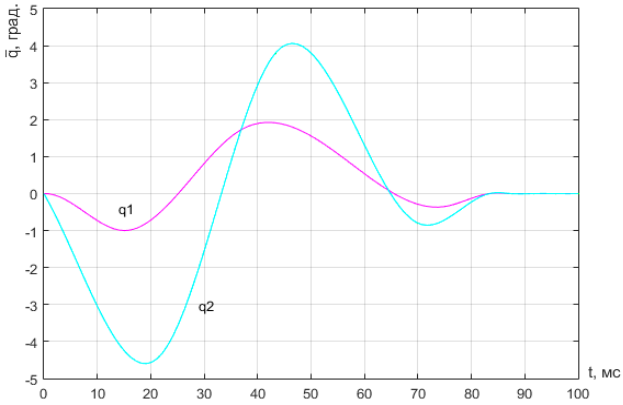


Рис. 10. Управление вычисления крутящего момента под большой нагрузкой

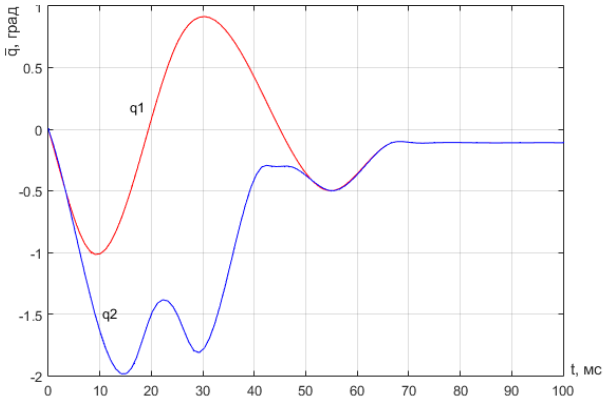


Рис. 11. Адаптивное управление под большой нагрузкой

Из-за прилагаемого усилия, на рисунке 11, возникает значительно большее отклонение во втором звене, и возникает большее увеличение неопределенности динамики второго звена, чем первого. Максимальные ошибки слежения для адаптивного регулятора теперь 0.9° и -2.0°, с ошибкой второго звена, увеличивается на 1.04°, но никакого увеличения ошибки первого звена.

Когда оценки параметров, полученные при первом запуске, используются для второго запуска, максимальные ошибки обоих звеньев остаются в пределах 1°. Регуляторы ПД и вычисления крутящего момента будут, конечно же, по существу, повторяют свои ошибки. В дальнейших адаптивных экспериментах по разнообразным и более длинным траекториям, долговременный дрейф параметров оказался очень небольшим, в связи с прекращением адаптации в мертвой зоне. Параметр дрейфа, кажется, не серьезной проблемой в высокоскоростных роботизированных задачах манипуляций, потому что задачи длятся не более нескольких секунд.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Arimoto S., Miyazaki F., «On the stability of P.I.D. feedback with sensory information», in Proc. Int. Symp. Robotics Res., Bretton Woods, Cambridge, MA: M.I.T. Press, 1984. c.783-788.

[2] Koditschek D., «Natural motion of robot arms», presented at the IEEE Conf. Decision Contr., Las Vegas, NV, 1984. c.733-735.

[3] Slotine, J.J.E., W. Li. «Adaptive strategies in constrained manipulation», presented at the IEEE Int. Conf. Robotics Automat., Raleigh, NC, 1987. c.595-601.

[4] Slotine, J.J.E., W. Li, «Theoretical issues in adaptive control», 5th Yale Workshop on Applications of Adaptive Systems Theory, Yale University, New Haven, CT, 1985(a). c.252-259.

[5] Slotine J. J.E., W. Li, «On the adaptive control of robot manipulators», presented at the ASME Winter Annual Meet., Anaheim, CA, 1986. c.3-6.

[6] Slotine J.J. E., W. Li., «On the adaptive control of robot manipulators», The international journal of robotics research. — 1987. — Vol. 6, no. 3. — c.49–59.

[7] Hsia T.C., «Adaptive control of robot manipulators-A review», presented at the IEEE Int. Conf. Robotics Automat., San Francisco, CA, 1986. c.183-189.

[8] Faye I.C., «An impedance controlled manipulandum for human movement studies», M.S. thesis, Dep. Mechanical Eng., Mass. Inst. Technol., Cambridge, MA, 1986. c.41-43.

[9] Khatib O., Flexible Automation, presented at the US-Japan Symp., Osaka, Japan, 1986. c.53-60.

Adilov A.I, .Kuatkanova Zh.E., Ozhikenov K.A., Bayanbay N.A.

Research of adaptive algorithms control for robot manipulators

Summary. The robot arm as a control system, a constant or slowly varying uncertain parameters. Even in well-structured industrial facility, robots may be faced with uncertainty about the parameters that describe the dynamic properties of the load girth. Since these parameters are difficult to calculate or measure, they limit the potential of robots for precise manipulation of objects of considerable size and weight. The adaptive control algorithms are the solution to the management of such a system. Developing effective adaptive controllers is an important step in the direction of high-precision robotic applications. Since the adaptive control system, whether they are applicable to linear or non-linear systems are inherently nonlinear, analysis and research presented in this article.

Key words. robot, manipulator, adaptation, adaptation algorithm control law, adaptation law.

УДК 621.793

О.М. Жаркевич, О.А. Нуржанова
(Карагандинский государственный технический университет
Республика Казахстан)

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ

Аннотация. В статье приведены характеристики видов газотермического напыления. Описаны рекомендуемые материалы проволоки для различных технологических операций газотермического напыления. Представлены ориентировочные значения показателей технологических параметров газотермического напыления. Приведены характеристики способов подготовки восстанавливаемых поверхностей под газотермическое напыление. Приведен ряд преимуществ газотермического напыления по сравнению с наплавкой и нанесением гальванических покрытий.

Ключевые слова: газотермическое напыление, металлизация, восстановление, деталь, сцепление, материал, подготовка.

Газотермическим напылением (ГТН) называют процесс нанесения покрытий, основанный на нагреве материала до жидкого состояния и распыления его на предварительно подготовленную

поверхность восстанавливаемой детали с помощью газовой струи. В ремонтном производстве используются различные виды ГТН, характеристика которых представлена в таблице 1.

Таблица 1. **Характеристика видов газотермического напыления**

Металлизация	Металлизаторы	Присадочный материал	Преимущества	Недостатки
Газопламенная	Ручные: МГИ-2, МГИ-5	Электродная проволока диаметром 1,5-2,5 мм (для МГИ-2) и 5-6 мм (для МГИ-5)	Малое окисление металла и малое выгорание легирующих элементов	Сложность установки, низкая производительность
Дуговая	Станочные ЭМ-6, ЭМ-12, МЭС-1; ручные: ЭМ-3, ЭМ-9, РЭМ-3А, ЭМ-10	Электродная проволока диаметром 1-2 мм	Достаточно высокая производительность и простота установки	Повышенное окисление металла и выгорание легирующих элементов
Высокочастотная	МВЧ-1, МВЧ-2	Электродная проволока диаметром 3-6 мм	Малое выгорание легирующих элементов, покрытие однородное и прочное, высокая производительность	Сложность оборудования
Плазменная	Универсальные плазменные установки: УПУ-3, УПМ-4 и др.	Порошковые сплавы: ПГ-ХН80СР2, КХБ и др.	Возможность получения покрытия из тугоплавких и износостойких материалов, в том числе из твердых сплавов	Дефицитность присадочных материалов, относительно высокая стоимость

В соответствии с заданными эксплуатационными требованиями на восстановление деталей методами ГТН, применяются проволока из сталей, сплавов (таблица 2) и порошки (таблица 3).

Таблица 2. **Рекомендуемые материалы проволоки для различных технологических операций ГТН**

Операции	Материал проволоки	Рекомендуемый вид ГТН
Восстановление поверхностей под неподвижные посадки	Стали: 08, 10, 15, 20	Электродуговое и др.
Получение износостойкости покрытий	Стали: 45,У7,У7А,У8, У8А, У10; проволока марок: Нп-40, Нп-30ХГСА, Нп-30Х13	Плазменное, высокочастотное
Металлизация деталей, работающих при высоких температурах	Хромированные стали типа Х15Н60	Высокочастотное, плазменное
Восстановление подшипников скольжения	Антифрикционные сплавы, состав, % (массовая доля): алюминия 50, свинца 50; стали 75, меди 25; стали 75, латуни 25	Любое, кроме высокочастотного
Нанесение антифрикционных покрытий	Латунь ЛС59-1, прутковая тянутая, мягкая	Газовое, электродуговое
Заделка трещин, раковин и нанесение антикоррозионных покрытий в чугунных деталях	Цинк Ц1, Ц2	Газопламенное, электродуговое
Заделка трещин в деталях из алюминиевых сплавов	Сплавы АД, АМц, АМг	Газопламенное, электродуговое

Качество металлических покрытий, нанесенных на поверхности восстанавливаемых деталей методами ГТН, зависит от таких параметров, как: температуры в зоне плавления; скорости подачи электродной проволоки или расхода порошка; давления сжатого воздуха; расстояния от сопла металлизатора до восстанавливаемой поверхности; скорости перемещения частиц металла, что влияет на их степень окисления.

Ориентировочные значения этих параметров даны в таблице 3.

Таблица 3. **Значения показателей технологических параметров ГТН**

Параметр	Газопламен-ное	Электродуговое	Высокочастотное	Плазменное
Температура в зоне плавления, ^{0}C	2200-2500	1300	По температуре плавления металла	7000-15000
Скорость подачи проволоки, м/с	0,01-0,1	0,01-0,8	0,007-0,018	Тугоплавких материалов: 0,01-0,7
Давление сжатого воздуха, МПа	0,3-0,4	0,4-0,6	0,3-0,4	0,4-0,8
Расстояние от сопла до детали, мм	120-400	100-300	75-220	120-250
Скорость перемещения частиц, м/с	50 - 100	20-85	17-20	2000
Производительность, кг/ч	2,8-16	3,5-18	6-10	3-12
к.п.д., %	60-70	60-70	60-70	60-80
Окисление, выгорание элементов	Малое	Значительное	Незначительное	Незначительное

Качество сцепления напыляемого металла зависит от способа подготовки восстанавливаемой поверхности. Характеристика способов подготовки восстанавливаемых поверхностей под напыление приведены в таблице 4.

Таблица 4. **Характеристика способов подготовки восстанавливаемых поверхностей под напыление**

Способ подготовки	Эффективный коэффициент концентрации напряжений	Прочность сцепления, МПа
Обработка дробью	0,78	104,0
Накатка (прямая, косая, перекрестная)	0,82	100,0
Обдувка песком	0,91	34,5
Шлифование	1,00	-
Нанесение треугольной нарезки с последующей обработкой дробью	1,02	190,0
Электроискровая обработка на переменном токе	1,29	110,0
Нанесение нарезки: круглой круглой с прикаткой вершин треугольной треугольной с прикаткой вершин	1,29 1,33 1,33 1,48	167,0 144,0 188,0 156,0
Электродуговая обработка	1,48	25,0
Нарезка кольцевых канавок	1,52	140,0
Нарезка кольцевых канавок с прикаткой вершин	1,64	113,0

Благодаря своей простоте и доступности, газотермическое напыление нашло широкое применение во многих отраслях промышленности. Процесс придает материалам жаростойкие, антикоррозийные, износостойкие качества, и они приоритетно используется в металлургии, машиностроении, станкостроении, энергетике, постройке судов.

Благодаря напылению можно восстановить такие детали (рисунок 1):

- посадочные места под крышки, роторы, шейки, валы (а);
- подшипники скольжения (б).
- различные клапаны (в);
- детали типа «стакан» (г);
- валковые опоры (д);
- шкивы тормозные (е);
- рабочие колеса насосов (ж);
- защитные втулки насосов любого типа (з);
- головки бурового инструмента (и);



Рис. 1. Детали, восстановленные газотермическим напылением

Газотермическими покрытиями восстанавливают изношенные детали, а также защищают металлы от коррозии.

Технология напыления металлов обладает целым рядом преимуществ по сравнению с наплавкой, нанесением гальванических покрытий и др. К основным из них относятся:

- нанесение покрытий из разных металлов и сплавов как на металлическую (сталь, чугун, алюминий), так и неметаллическую (керамика, стекло и другие материалы) основу;
- возможно получение покрытий с заданными свойствами по твердости, износостойкости, пористости и другим показателям подбором материалов и режимов;
- нагревание детали не свыше 200 °С, что позволяет сохранять ее структуру и свойства;
- возможность нанесения покрытия на детали любых габаритов и сложной конфигурации; отсутствие коробления и ухудшения свойств основного металла;
- повышенные характеристики усталостной прочности за счёт предварительной абразивно-струйной обработки;
- возможность обеспечения дополнительной защиты зон сварки обработанных изделий непосредственно на месте монтажа конструкций;
- толщина покрытия может колебаться в пределах от сотых долей миллиметра до нескольких миллиметров при производительности процесса до десятков килограммом распыляемого материала в час;
- создание тонкого покрытия с заданными свойствами гораздо дешевле, чем производство целой детали из дорогих сплавов;
- облегчение конструкции в целом позволяет сократить энергозатраты;
- повышение межремонтных циклов позволяет сократить простои, затраты на сборочные и пуско-наладочные работы;
- ремонтопригодность покрытий позволяет сократить время ожидания новой детали и получить тот же ресурс за 30-50% стоимости.

Возможность многократного восстановления и ремонта деталей методами газотермического напыления позволяет отнести данные технологии к ресурсосберегающим.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ГОСТ 28844-90 Покрытия газотермические упрочняющие и восстанавливающие. Общие требования

[2] Балдаев Л.Х. Газотермическое напыление. - М.: Маркет ДС, 2007. - 344 с.

[3] Балдаев Л.Х. Реновация и упрочнение деталей машин методами газотермического напыления. – М.: КХТ, 2004. - 134 с.

[4] Радюк А.Г, Титлянов А.В. Газотермические покрытия в металлургии. Опыт применения в ОАО «Северсталь». – Саарбрюкен: Palmarium Academic Publishing, 2013. – 152 с.

[5] Антошин Е. В. Газотермическое напыление покрытий. - М.: Машиностроение, 1974. - 97 с.

Жаркевич О.М., Нуржанова О.А.

Восстановление деталей газотермическим напылением

Андатпа. Мақалада газды термиялық бүрку түрлерінің сипаттамасы берілген. Газды термиялық бүркудің әртүрлі технологиялық операцияларына арналған ұсынылатын сымның материалдары мәлімделген. Газды термиялық бүркудің технологиялық параметрлер көрсеткіштерінің мүмкін болатын мәндері келтірілген. Газды термиялық бүркуге дайындалған қайта келтірілетін беттерді дайындау тәсілдерінің сипаттамасы келтірілген. Газды термиялық бүркудің гальваникалық жабындарға қарағандағы бір қатар ерекшеліктері келтірілген.

Негізгі сөздер: газды термиялық бүрку, металлдандыру, қалыпқа келтіру, бұйым, беріліс, материал, дайындық

Zharkevich O. M., Nurzhanova O. A.

Worn parts restoration by thermal spraying

Summary. The article describes the characteristics of gas-thermal spraying types. The article describes the recommended wire materials for various technological operations of gas-thermal spraying. The article shows approximate values of the indicators of technological parameters for thermal spraying. The article presents the characteristics of the preparation methods for restored surfaces of gas-thermal spraying. The article describes number of advantages of thermal spraying in comparison with welding and electroplating.

Key words: gas-thermal spraying, metallization, restore, detail, adhesion, material preparation

УДК 629.783.523.3

Ж. Е. Куатканова, К. А. Ожикенов, Н. А. Баянбай, А.Е. Адилов
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

АЛГОРИТМ СИНХРОНИЗАЦИИ ГРУППИРОВКИ СПУТНИКОВ НА ОРБИТЕ ЗЕМЛИ

Аннотация. Разработаны алгоритмы синхронизации группировки спутников на орбите Земли с использованием скользящего режима и ПД регулятора. Получена математическая модель описания относительного движения спутников «лидер-последователь». В рамках настоящего объекта управления исследована система управления на алгоритме «супер - твист». Приведены графики относительного положения, ошибки относительного положения и производной ошибки относительного положения последователя.

Ключевые слова: искусственные спутники Земли, лидер, последователь, скользящий режим, алгоритм «супер - твист».

Введение

В свое время полет в космическую среду являлся немыслимым для большинства мыслителей и ученых. Автор теории реактивного движения К. Э. Циолковский (1857-1935) впервые разработал теорию действительного метода преодоления земного притяжения. С этого момента бурно развиваются космические аппараты, в том числе искусственные спутники Земли (ИЗС) [1]. Формирование летающих космических аппаратов имеют ряд задач - сложность управления космическим кораблем или группой космических аппаратов. В типичной задаче управления одним космическим аппаратом, термин управление означает поддержание и изменение движения космического аппарата, в то время как ориентация будет включать в себя манипуляции траектории на орбите. Существуют многие подходы управления летающих аппаратов. Эти подходы рассматривают различные аспекты формирования проблем летающих космических аппаратов, в том числе относительного управления космическими аппаратами, в сочетании целей миссии и глобальной минимизации топлива [2].

Система управления с использованием скользящего режима

Управление в скользящем режиме обладает таким преимущественным качество, как высокая надежность. Задача отслеживания относительного движения осуществляется в паре лидер-последователь. Цель управления – сформировать управляющее воздействие, при котором ошибки поддержания траектории последователя относительно лидера будут сходиться к нулю [3]. Алгоритм поддержания относительного движения основан на алгоритме ST - супер твист (super-twisting). Целью данного алгоритма является обеспечение режима скольжения на многообразии:

$$s = \dot{e} + \lambda e$$

где λ – диагональная положительно-определенная матрица, определяющая наклон линии переключения [4].

Выберем контроллер вида:

$$u = \ddot{\rho}_d - \lambda\dot{e} - K_1 sign(s)^{\frac{1}{2}} - K_2 \int_0^\tau sign(s)dt - f(x)$$

Чтобы смоделировать систему берем значения:

$$\lambda = \begin{bmatrix} 0{,}5 & 0 & 0 \\ 0 & 0{,}5 & 0 \\ 0 & 0 & 0{,}5 \end{bmatrix}$$

$$K_1 = \begin{bmatrix} 2{,}5 & 0 & 0 \\ 0 & 2{,}5 & 0 \\ 0 & 0 & 2{,}5 \end{bmatrix}$$

$$K_2 = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \end{bmatrix}$$

В нашем случае система сходится в точку $e = 0$, $\dot{e} = 0$ за конечное время $T = 20\ c$ при $|\delta_i| \leq 10$.

Система управления с использованием ПД-регулятора

Относительное положение спутников можно управлять и на ПД-регуляторе. В трехмерном пространстве положение объекта управления задается [5]:

$$\ddot{x} - 2\dot{\theta}_0\dot{y} - \ddot{\theta}_0 y - \dot{\theta}_0^2 x = -\frac{\mu(r_0+x)}{[(r_0+x)^2+y^2+z^2]} + \frac{\mu}{r_0^2} + d_x + u_x$$

$$\ddot{y} + 2\dot{\theta}_0\dot{x} - \ddot{\theta}_0 x - \dot{\theta}_0^2 y = -\frac{\mu y}{[(r_0+x)^2+y^2+z^2]} + d_y + u_y$$

$$\ddot{z} = -\frac{\mu z}{[(r_0+x)^2+y^2+z^2]} + d_z + u_z$$

Задаем ПД-регулятор:

$$u(t) = K_p e(t) + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Модель ПД-регулятора:

$$K_p + K_d \frac{N}{1+N\frac{1}{s}},$$

здесь N – коэффициент фильтра.

Чтобы смоделировать систему, использованы последующие значения:

$K_{px} = 1, K_{dx} = 5, N_x = 5, K_{py} = 50, K_{dy} = 5, N_y = 5, K_{pz} = 0{,}2, K_{dz} = 1, N_z = 5$

Построение математической модели группировки спутников

Уравнения относительного движения для моделирования:

$$\rho_d = \begin{bmatrix} 10\cos(1{,}5\omega_0) \\ 10\sin(2\omega_0) \\ 5\cos(2\omega_0) \end{bmatrix}$$

И соответствующие производные.

Уравнения возмущающего воздействия:

$$d = \begin{bmatrix} 5sin(2\omega_0) \\ 4cos(1{,}5\omega_0) \\ 5\cos(3\omega_0) \end{bmatrix}$$

Графики ПД-регулятора:

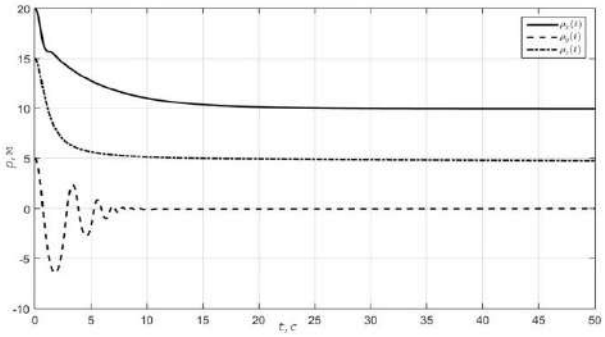


Рис. 1. График относительного положения для контроллера с ПД-регулятором

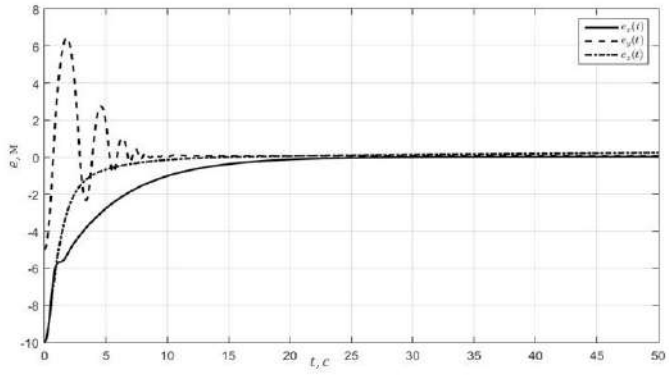


Рис. 2. График ошибки относительного положения для контроллера с ПД-регулятором

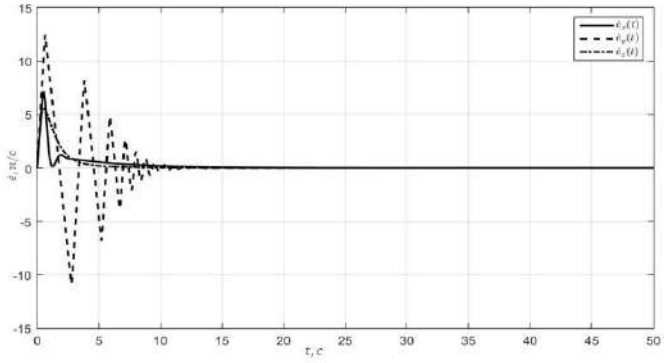


Рис. 3. График производной ошибки относительного положения для контроллера с ПД-регулятором

Графики регулятора скользящего режима:

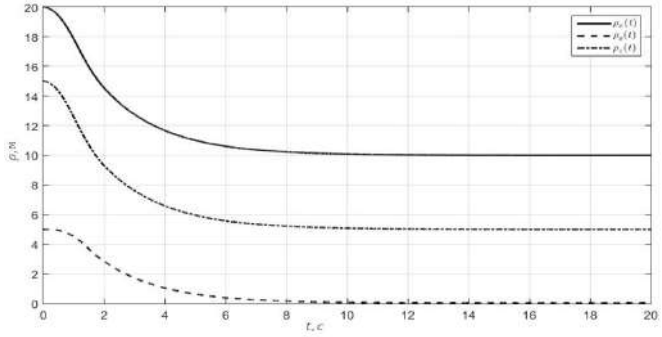


Рис. 4. График относительного положения для контроллера на скользящих режимах

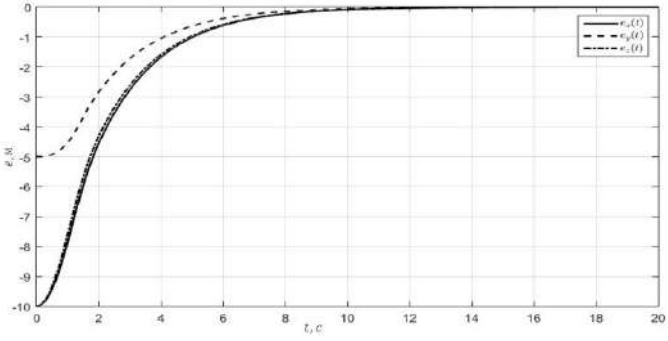


Рис. 5. График ошибки относительного положения для контроллера на скользящих режимах

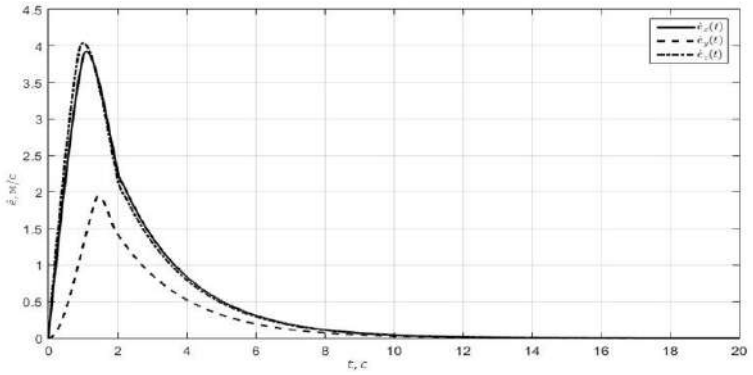


Рис. 6. График производной ошибки относительного положения для контроллера на скользящих режимах

По графикам, очевидно, оба контроллера соответствуют требованиям по точности. Контроллером скользящего режима получены лучшие результаты: траектории более гладкие, время сходимости меньше (10 с против 15 − 20 *с* для ПД-регулятора), нулевая установившаяся ошибка.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Левантовский В.И. Механика космического полета в элементарном изложении. – М.: Наука, 1980. – 56 с.

[2] Sun *D.* Synchronization and control of multiagent systems. Vol. 41. — CRC Press, 2010. – p. 229

[3] Alfriend K., Vadali S.R., Gurfil P., How J., Breger L. Spacecraft Formation Flying: Dynamics, Control, and Navigation. – Oxford: Butterworth- Heinemann, 2010. – p.254

[4] Pukdeboon Ch. Second-Order Sliding Mode Controllers for Spacecraft Relative Translation. – Applied Mathematical Sciences, Vol. 6, 2012, no. 100. – p.1123

[5] Д.С.Иванов, М.Ю.Овчинников Математическое моделирование управляемого движения многоэлементной системы. – Препринт ИПМ им.М.В.Келдыша РАН, Москва, 2008. - 32 с.

Kuatkanova Zh.E., Ozhikenov K.A., Bayanbay N.A., Adilov A.E.

Algorithm of synchronization group of satellites in Earth orbit

Summary. Designed constellation synchronization algorithms in Earth orbit using a sliding mode controller and PD. A mathematical model describing the relative motion of the satellite "leader-follower." As part of the management of the object studied control system algorithm "super - twist." The graphs of the relative position, the relative position error and error derivative of the relative position of a follower.

Key words: artificial earth satellites, a leader, a follower, sliding mode, the algorithm "super - twist."

ӘОЖ 006.032

А.Б. Есмаганбетова, Д.Р. Даутканова, О.О. Дуйсенбекова
(Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
Eaigera@mail.ru)

ISO 19152:2012 GEOGRAPHIC INFORMATION – LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL (LADM) ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СТАНДАРТЫН ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ МЕМЛЕКЕТТІК ЖЕР КАДАСТРЫН ЖҮРГІЗУ ЖҮЙЕСІНДЕ ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІГІ

Андатпа. Мақалада мемлекеттік жер кадастрын жүргізу жүйесін жетілдіру мақсатында ISO 19152:2012 Geographic information – Land Administration Domain Model (LADM) халықаралық стандартын енгізу жұмыстары отандық мамандармен зерттеліп, бірыңғай мемлекеттік тіркеу жүйесінің мәліметтер базасының құрылымына стандарт шарттарына сәйкес негізделген технико-экономикалық түзетулер мен жүйені модернизациялау жоспарын әзірлеу қажеттігі көрсетілген.

Түйін сөздер: жер учаскесі, кадастр, ИСО халықаралық стандарттары, LADM моделі, ISO 19152:2012 LADM стандарты.

Қазақстан Республикасының дүниежүзілік сауда ұйымына кіру бағытына байланысты отандық кәсіпкерлердің алдында тұрған өте күрделі міндеттің бірі – өндірілетін өнім мен көрсетілетін қызмет-

тің сапасын арттыру арқылы ішкі және сыртқы нарыққа бәсекеге қабілетті өнімдер мен қызметтерді ұсыну. Ал өндірілетін өнімнің немесе ұсынылатын қызметтің сапасын жетілдіру – кез-келген кәсіпорынның өндірістік тиімділігін арттырудың бірден бір жолы болып табылады. Бұл өз кезегінде, ішкі және сыртқы нарықта өнімнің бәсекеге қабілеттілігін арттыруға өз септігін тигізеді. Өнімнің бәсекеге қабілеттілігі еліміздің беделі мен ұлттық байлығымызды арттырудың негізгі факторының бірі болып табылады.

Халықаралық тәжірибе көрсеткендей мұндай жетістіктерге тек сапаны кешенді басқару арқылы ғана қол жеткізуге болады. Сондықтан сапаны тиімді басқару мәселесі, отандық кәсіпкерлердің бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін өте маңызды, яғни кәсіпорында сапа менеджментін енгізу өзекті мәселе болып отыр.

Елбасымыз Н.Ә.Назарбаевтың 2006 жылғы 1-наурызда Қазақстан халқына жолдауында «Қазақстан әлемдегі бәсекеге барынша қабілетті 50 елдің қатарына кіру стратегиясын ұсынды». Бұл жұмыстың мақсаты осы стратегияға байланысты отандық кәсіпкерлердің бәсекеге қабілеттілігін жоғарылату тәсілдерін іздеу. Өнімнің сапасын жетілдіруде сапаны басқару жүйесінің халықаралық тәжірибесін қолдану, оның ішінде ИСО 9000 сериялы стандарттарын енгізу қажеттілігін айқындау болып табылады.

Сапаны халықаралық басқару тәжірибесі халықаралық стандарттау жөніндегі (ИСО) 1987 жылғы наурызда қабылданған және кезең-кезеңімен жаңартылып отыратын сериясы 9000 ИСО халықаралық стандарттар пакетінде жинақталған.

Халықаралық стандарттау жөніндегі ұйым ұлттық стандарттау жөніндегі ұйымдардың бүкіл әлемдік федерациясы болып табылады. Халықаралық стандарттар ең алдымен халықаралық сауданы дамыту, кедендегі бөгеуілді жою үшін әзірленеді. Сонымен бірге, кәсіпорындардың сапа жүйесінің стандарттары тұтынушылардың өндірушілерге сенімін нығайтады, кәсіпорынның қызметін жөнге салуға, бизнесті неғұрлым тиімді дамытуға мүмкіндік береді [1].

Осы стандарттардың ең маңызды ерекшелігі ретінде олардың әмбебаптылығы аталады, яғни оларды қызметтің барлық түріне қолдануға болады. Кәсіпорынның қандай өнім шығаратына немесе ұсынатын қызмет түріне қарамастан ИСО 9000 стандартында сапа кепілдігін қамтамасыз ету жөніндегі жұмыстарды ұйымдастыруда қойылатын талаптарды азайту арқылы жүргізіледі. Осы кәсіпорын ауқымында басқару процестері іске асырылатын сапаны басқару жүйесі көрсетілген стандарттардың талаптарына жауап берсе, онда бүгінгі таңда бұл жағдай кәсіпорынның талап етілетін сападағы өнім шығару немесе қызмет көрсету қабілетінің шүбәсіз дәлелі ретінде қабылданады.

Қазіргі уақытта ИСО 9001:2008, ИСО 9004:2009, ИСО 9000:2005 стандарттар қолданылады. Негізгі стандарттардың ережелерін түсіндіру, көмек көрсету үшін сапа менеджменті жүйесін енгізген кезде қолдау стандарттары, мысалы, ИСО 10015:1999 – «Сапа менеджменті. Оқытуға арналған басшылық», ИСО 10017:2003 «ИСО 9001:2000 статистикалық әдістер бойынша басшылық» стандарттары бар.

Бүгінгі күні ИСО 9000 жүйесінен басқа сапа менеджменті саласында басқа да стандарттар жүйесі әзірленіп қолданылады, солардың бірі, ISO 19152:2012 жылжымайтын мүлікті басқару жүйесіне арналған стандарт – Geographic information – Land Administration Domain Model (LADM).

Қазақстан Республикасы Өңірлік даму министрлігінің 2013 - 2017 жылдарға арналған стратегиялық жоспарында жер ресурстарын басқаруға әсер ететін ішкі факторлардың қатарына ғылыми-әдістемелік базаны халықаралық деңгейге сәйкестендіру арқылы жетілдіру, ИСО пайдалана отырып, нормативтік-техникалық құжаттаманы әзірлеу қажеттігі көрсетілген [2].

Жер ресурстарын басқару және мемлекеттік жер кадастры жұмыстарын жүргізу саласындағы қолданыстағы мемлекеттік жер кадастрының автоматтандырылған ақпараттық жүйесі (МЖК ААЖ) 2002-2007 жылдар аралығында техникалық талаптарға сай отандық мамандармен әзірленген. Ол уақытта жылжымайтын мүлікті басқару саласына арналған халықаралық стандарт болмады. Сәйкесінше, дүниежүзілік тәжірибедегі кадастр жүйесі мен құқықты тіркеу саласындағы көптеген қызметтер түрі отандық жүйеде жоқ. Ал бұл көрсетілетін қызметтер құрамының еркін дамуы мен кеңеюіне шектеу болып тұр. Мысалы, 3D және 4D кадастрын енгізу, бұлтты технологияларды пайдалану (ағылш. Cloud computing) және т.б.

2013 жылдың күзінде, сол уақыттағы Қазақстан Республикасының аймақтық даму министрлігінің вице министрі – Серік Нокин, Парламент мәжілісінде Республика аумағында қала құрылыс кадастры нысандарының бірыңғай ақпараттық базасын құруға бағытталған түзетулер енгізуді ұсынды

[3]. Нәтижесінде пилоттық режимде Қазақстанның Қызылорда және Қарағанды қалаларында 3D қала құрылыстық кадастры пайда болып [3], аталған қалалардың үш өлшемдік қала құрылыстық моделі құрылды.

«3D» немесе «кеңістіктегі жер телімі» түсінігін енгізу өзектілігі, яғни жылжымайтын мүлікті тіркеу жүйесіндегі «3D» түсінігі туралы Н.Ш. Хайрудинова өз еңбектерінде атап өткен [4].

Сонымен қатар, еліміздегі бірыңғай мемлекеттік тіркеу жүйесінің мазмұны мен терминологиясы да халықаралық стандарттарға сай емес, бұл өз кезегінде отандық жүйенің ғаламдық желіге интеграциясын қиындатады.

Ал жер әкімшілігінің (LADM) базалық моделімен жұмыс халықаралық жерге орналастырушылар федерациясының FIG ұсынысымен 2008 жылы басталған болатын. Әзірлеушілердің құрамына 17 елден 21 маман кірді. Олардың ішінде, атап айтқанда, Твент қаласындағы (ITC) университеттің геоақпараттық ғылымдар мен жер мониторингі факультетінен C. Lemmen, Нидерландыдағы Дельфий технологиялық университетінен Peter van Oosterom сияқты жер әкімшілігі саласындағы атақты ғалымдар да бар. LADM стандарт ретінде алғаш рет 2009 жылы халықаралық стандарттау ұйымының комиссиясымен ISO/TC211 қарастырылды. Соңғы баспасы 2012 жылдың қараша айында қабылданды [5]. Стандартқа жалпы шолу авторлармен [6] келтірілген. LADM стандартына «ISO 19152:2012» сериясы берілген. 19100 сериялы стандарттар географиялық ақпараттық жүйелерге жатады.

Стандарт «Жер әкімшілігі» деп аталатын шешімін табу қиын проблемалық саланың концептуалдық сызбасын ұсынады. Сызба 3 негізгі мәліметтер пакетінен құралған: *Party* субъектілері (жеке және заңды тұлғалар), құқықтар мен міндеттер *Administrative* және кеңістіктегі нысандар *Spatial Unit.* Әр пакет барлық деңгейінде кластар жиынтығын құрайды. Бірінші деңгейдегі Party пакеті 6 кластан тұрады. Мысалы, *LA_Party* (азаматтық құқық субъектілері – азаматтар, заңды тұлғалар және т.б.), *LA_Group Party* (азаматтық құқықтың тұрақты субъектілері), *LA_Party Member* (құқық иеленушілер тобына кіретін субъект). Пакет *Administrative* 15 кластан тұрады. Мысалы, *LA_Right* (жылжымайтын мүлікке құқық), *LA_Restriction* (жылжымайтын мүлікті пайдалану құқығына шектеулер), *LA_Responsibility* (жылжымайтын мүлікті ұқыпты пайдалану жауапкершілігі), *LA_Mortgage* (ипотека құқы). Пакет *Spatial Units* 19 класты құрайды. Мысалы, *LA_Spatial Unit* (кеңістіктік бірліктер), *LA*_Spacial Unit Group (кеңістіктік бірлік топтары), *LA_Legal Space Building Unit* (құқықтық шегі бар капитальды құрылыстар), *LA*_Legal Space Utility Network (физикалық шекаралары сәйкес келуі міндетті емес инженерлік құрылыстарды орналастыруға арналған құқықтық кеңістіктер). *LA_Spatial Unit* класы *Surveying* геодезиялық түсірілімнің мәліметтерін, геометрия мен *Spatial Representation* топологиясының мәліметтерін сақтайтын төменгі деңгейдің пакетімен байланысқан.

Модель арнайы кластардан да құралған. Мысалы, *Versioned Object* класы LADM-ге тарихқа айналған, жойылған мәліметтерді бейнелеу үшін енгізілген. Қажет болған жағдайда модельді өзгертілу тарихын есепке ала отырып қайта жаңғыртуға болады.

Әр пакетке немесе пакетшеге мәліметтерді әртүрлі деңгейдегі (ұлттық, аймақтық, локальды) түрлі ұйымдар енгізе алады. Бұл модельдің маңыздылығын көрсетеді: әр түрлі ұйымдар өздерінің енгізген мәліметтеріне жауапты, яғни стандартталған әкімшілік және техникалық үрдісі негізінде жүйенің жаңартылып отыруына септігін тигізе алады.

LADM «Жер әкімшілігі» деп аталатын шешімін табу қиын проблемалық саланың концептуалдық сызбасын ұсынады. Стандарттың мақсаттары көрсетілген келесідей бағыттарды қамтиды:

1. барлығына ортақ жер әкімшілігінің онтологиясын құру;
2. жер әкімшілігін бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуді қолдау;
3. жер әкімшілік жүйесіндегі кадастрлық мәліметтермен алмасуды жеңілдету;
4. жер әкімшілігі мәліметтерінің сапасын басқаруды қолдау [7].

LADM жер әкімшілігі жүйесіне арналған жалпы стандарт болып есептеледі. Ол бағдарламалық қосымшалардың дамуына ықпал етеді және тұрақты дамуға тікелей байланысты жер әкімшілігі жүйесін құруды жеделтеді.

LADM жер әкімшілігінің, сонымен қатар су нысандарына қатысты, тағы жер қабатының үсті мен астында орналасқан нысандардың негізгі ақпараттық құрылымдарын қамтиды.

LADM халықаралық және ұлттық жүйе негізінде жер әкімшілігінің формальды немесе формальды емес түрлі юрисдикциялық процедуралары мен тәжірибесінде жалпы мінездеме беретін, әрі қолданыста қарапайым жалпыға ортақ терминологиясын анықтайды. Бұдан басқа, стандарт ұлттық және аумақтық жер әкімшілігінің негізін қамтамасыз ете отырып, әр түрлі деректерден алынған ақпаратты қажетті форматта интеграциялауға мүмкіндік береді.

LADM жерді иелену мен пайдаланудың формальды және дәстүрлі формаларын, сонымен қатар жер пайдаланудың формальды емес жерге ”перекрывающиеся“ қызығушылықтарын интеграциялай алады. Бұл стандарт FAO, UN–ABITAT тарапынан сонымен қатар біраз елдердің қолдауына ие болды. Көптеген елдер осы стандартқа негізделген бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуге кірісіп кетті. Стандарт ұлттық заң актілеріне өзгеріс енгізуге бағытталмаған, яғни кез-келген құқықтық өзгертулерсіз қолдануға мүмкіндік береді.

Әр елдің жаһандық болжамы мен кадастрлық жүйесінің үйлесімділігін есепке ала отырып болашақта ұлттық мемлекеттік тіркеу жүйесінің дамуы үшін осы стандартпен анықталған жылжымайтын мүлік кадастрының моделіне сүйену орынды.

Қорытынды. Жоғарыда атап өткендей, еліміздің МЖК ААЖ жүйесі отандық мамандармен 2002-2007 жылдар аралығында кезең-кезеңімен енгізілген болатын. Алайда ол уақытта, мемлекеттік жер кадастрын жүргізу саласында ешқандай халықаралық стандарттар болмағандықтан көптеген қызметтер түрі ескерілмеген. Сонымен қатар, еліміздегі бірыңғай мемлекеттік тіркеу жүйесінің мазмұны мен терминологиясы да халықаралық стандарттарға сай емес.

Дүниежүзілік тәжірибедегі кадастр жүйесі мен құқықты тіркеу саласында көрсетілетін қызметтер құрамының еркін дамуы мен кеңеюіне бастама ретінде Geographic information – Land Administration Domain Model (LADM) стандартын игеру жұмыстарын отандық мамандармен зерттеу қажет, сонымен қатар аталған стандарттың талаптарына сай бірыңғай мемлекеттік тіркеу жүйесінің мәліметтер базасының құрылымына технико-экономикалық түзетулер мен жүйені модернизациялау жоспарын әзірлеу қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Сапаны басқару: оқу құралы / Е. С. Асқаров. - Алматы : Экономика, 2013. - 335 б.

[2] «Қазақстан Республикасы Өңірлік даму министрлігінің 2013 - 2017 жылдарға арналған стратегиялық жоспары туралы» Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2013 жылғы 30 сәуірдегі № 442 қаулысы

[3] https://astinfo.kz/news/vsekh-pod-odin-kadastr/

[4] Автореферат диссертации Хайрудиновой Н.Ш. «Методологические основы внедрения 3D кадастра в Казахстане на примере зарубежных стран», Усть-Каменогорск : 2011.

[5] Geographic Information – Land Administration Domain Model (LADM) (EN ISO19152:2012) // European Committee for Standardization

[6] C. Lemmen and Peter van Oosterom, The Land Administration Domain Model Standard // 5th Land Administration Domain Model Work-shop 24-25 September 2013, Kuala Lumpur, Malaysia

[7] Kean Huat Soon, Representing Roles in Formalizing Domain Ontology for Land Administration // 5th Land Administration Domain Model Workshop 24-25 September 2013, Kuala Lumpur, Malaysia

Есмаганбетова А.Б., Даутканова Д.Р., Дуйсенбекова О.О.

Возможность использования международного стандарта ISO 19152:2012 Geographic information – Land Administration Domain Model (LADM) в Казахстанской системе ведения государственного земельного кадастра

Резюме. С целью повышения качества оказываемых услуг в системе ведения государственного земельного кадастра, в статье указана необходимость проведения исследований и работ по освоению стандарта ISO 19152:2012 Geographic information – Land Administration Domain Model (LADM) отечественными специалистами, а также разработка технико-экономического обоснования корректировки структуры базы данных единой государственной регистрации в соответствии с требованиями стандарта и разработка плана модернизации системы.

Ключевые слова: земельный участок, кадастр, международные стандарты ИСО, модель LADM, стандарт ISO 19152:2012 LADM.

Yesmaganbetova A.B., Dautkanova D.R., Duysenbekova O.O.

The Possibility of use of the ISO 19152 international standard: 2012 Geographic information - Land Administration Domain Model (LADM) in Kazakhstan system of state land cadastre

Summary. In order to improve the quality of services in the system of state land cadastre, the article contains the need for research and work on the development of ISO 19152 standard: 2012 Geographic information - Land Administration Domain Model (LADM) domestic experts, the development of a feasibility study on adjusting the database structure of the unified state register accordance with the requirements of the standard and the development of the modernization plan of the system.

Key words: land, cadastre, international ISO standards, LADM model, ISO 19152 standard: 2012 LADM.

ЖОК 539.17

Б. Дуаметұлы, Б.П. Калауов, А.С. Даулеткулова
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, bahat62@yahoo.com)

РЕАКТОРДЫҢ КСЕНОНМЕН ТҰРАҚТЫ УЛАНУЫН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Ұсынылып отырған жұмыстың негізгі мақсаты ядролық реактордың ксенонмен тұрақты улануын және оның реактордың жұмысына келтіретін әсерін анықтау. Сондай-ақ, реактордың қалыпты жұмысы кезіндегі және реакторды қайта қосу кезіндегі ксенонмен улану мөлшерін есептеу. Ядролық отын жанған кезде ректордың реактивтілігі екі себеп бойынша: бірінші, бөліну жарықшақтарының пайда болу салдарынан және екінші, бөлінетін нуклидтердің жойылуы мен жаңа трансурандық элементтердің түзілуі салдарынан өзгереді. Бөліну жарықшақтары нейтронды қармаудың әртүрлі жылулық және резонанстық қималарына ие. Егер аталған қималар өте үлкен болса, онда мұндай жарықшақтар тұрақты концентрациясына тез жетеді және реактивтілікке қатты әсер етеді. Мұндай жарықшақтардың ядроларыныңнейтрондарды жұтуы – реактордың улануы деп аталады.

Түйін сөздер: нейтрон, реактор, реакция қимасы, реактордың улануы, атом электрстансасы, атом энергетикасы.

Атом энергиясын алуда қолданылатын негізгі қондырғы ол – ядролық реактор. Ядролық реакторда отын ретінде табиғи уран мен торий қолданылады. Ядролық реактордың сауатты қолданылуы – ядролық реактор жұмысын қадағалайтын маманның реакторда болатын физикалық процесстерді түсіну тереңдігіне және теориялық білімін практика жүзінде іске асыра алуына тікелей байланысты.

Бөліну жарықшақтарының және олардың ыдырауы кезінде пайда болатын өнімдерінің ішінде ^{135}Хе-тің алатын орны ерекше. ^{135}Хе-тің нейтронды жұту қимасы үлкен, сондықтан бұл нуклидтің белсенді аймақтағы әсерін ескермеу мүмкін емес. Белсенді жұтқыштарда нейтрондардың жұтылуы салдарынан реактивтіліктің төмендеуін улану деп атайды.

Реакторда жұту белсенділігі жоғары болатын бөліну өнімдерінің ішінде ксенонның пайда болуына алып келетін физикалық процесстерді және оның реактивтілікке әсерін қарастырайық. Бөліну салдарынан пайда болатын және улануға тікелей қатысы бар бөліну өнімдерінің ішінде үшеуін айрықша атап өткен жөн: ^{135}Te,^{135}Xe және ^{149}Nd :

$$^{235}U + n \rightarrow \gamma_{Te} \cdot {}^{135}Te + \gamma_{Xe} \cdot {}^{135}Xe + \gamma_{Nd} \cdot {}^{149}Nd + \sum \gamma_X \cdot {}^{A}_{Z}X$$

мұндағы γ_{Te}, γ_{Xe},γ_{Nd}, γ_X – ^{235}U-тің бір бөлінуіне сәйкес келетін теллур, ксенон, неодим және басқа да өнімдер ${}^{A}_{Z}X$ ядроларының меншікті шығуы. «*X*» символы көрсетілген үш өнімнен басқа өнімдерге қатысты алынады. Бір бөліну кезінде екі жарықшақ пайда болатындықтан, алғашқы өнімдердің шығуының қосындысы екіге тең.

Реактордың ксенонмен және басқа бөліну өнімдерімен улануына сәйкес реактивтіліктің бес негізгі эффектілері мыналар:

1) ксенонмен тұрақты улану: $\Delta\rho_{0Xe}=\rho(N_{0Xe})-\rho_0$, мұндағы N_{0Xe} – ксенонның тұрақты концентрациясы; $\rho(N_{0Xe})$ – ксенон бар кездегі реактордың реактивтілігі, ρ_0 – ксенон жоқ кездегі реактордың реактивтілігі;

2) самаримен тұрақты улану: $\Delta\rho_{0Sm}=\rho(N_{0Sm})-\rho_0$;

3) реактор тоқтағаннан кейін, ксенонмен тұрақты уланудан мейілінше артық улану: $\Delta\rho_{maxXe}=\rho(N_{maxXe})-\rho(N_{0Xe})$, мұндағы N_{maxXe} – реактордың номиналды қуатта толық тоқтағаннан кейінгі ксенонның максимал концентрациясы;

4) тоқтаған соң самаримен уланудың максимал мәнге жетуі – реактивтіліктің прометилік құлауы: $\Delta\rho_{maxXe}=\rho(N_{maxSm})-\rho(N_{0Sm})$;

5) қуаттың өзгерісі кезіндегі реактивтіліктің төмендеуі және жоғарылауы.

1.1. кесте

Нуклид	γ, ядро/бөл	$T_{1/2}$, сағ	λ, $с^{-1}$	σ_a (293K),$см^2$
^{135}I	0,056	6,7	$2,87\cdot10^{-5}$	0
^{135}Xe	0,003	9,2	$2,11\cdot10^{-5}$	$2,75\cdot10^{-18}$
^{149}Pm	0,014	47,0	$3,85\cdot10^{-5}$	0
^{149}Sm	0	—	—	$5,92\cdot10^{-20}$

1.2. кесте

Нуклид	Шама	Нейтрон газының температурасы $T_{н.г}$, К							
		300	400	500	700	900	1100	1300	1500
^{135}Xe	σ_a, 10^{-18} $см^2$	2,75	2,52	2,28	1,84	1,5	1,22	1,02	0,86
	g_a, ($T_{н.г}$)	1,2	1,30	1,27	1,25	1,14	0,995	0,967	0,834
^{149}Sm	σ_a, 10^{-20} $см^2$	5,92	6,12	6,00	5,26	4,45	3,74	3,10	2,62
	g_a, ($T_{н.г}$)	1,65	1,97	2,17	2,29	2,22	2,04	1,93	1,69

Ең алдымен ксенонды қарастырсақ. Бұл нуклидтің жылулық нейтрондарды жұту қимасы өте үлкен ($\sigma_{a,Xe}=3\cdot10^{-18}см^2$), ал жылулықтан жоғары нейтрондарды жұту қимасы энергия өскен сайын азая береді. Сондықтан да улану негізінен жылулық нейтрондардағы реакторда белсенді түрде байқалады. Аралық нейтрондардағы реакторда улану көп мөлшерде болмайды және шапшаң нейтрондардағы реакторларда бұл құбылыс мүлдем байқалмайды десек те болады. Теллур келесі радиоактивті айналуларға бастама болады:

$$^{235}_{92}U \xrightarrow{(n,f)} {}^{135}_{52}Te \xrightarrow{\beta} {}^{135}_{53}I \xrightarrow{\beta} {}^{135}_{54}Xe \xrightarrow{\beta} {}^{135}_{55}Cs \xrightarrow{\beta} {}^{135}_{56}Ba$$

Тізбектің соңғы өнімі барий тұрақты. Теллурдың жартылай ыдырау периоды $T_{1/2}<1$ мин, иодтікі $T_{1/2}=6,7$ сағ, ксенондікі $T_{1/2}=9,2$ сағ және цезийдің жартылай ыдырау периоды $T_{1/2}=2\cdot10^4$ жылға тең. Ксенон радиоактивті және цезийге ауысады. Ал цезийді тұрақты деп алуға толық мүмкіндік бар және ол нейтрондарды жұтпайды, сондықтан улану процесстерінің есептелуі кезінде ескерілмейді. Барлық белгілі нуклидтер ішінде ксенонның жылулық нейтрондарды жұту қимасы өте үлкен және $\sigma_{a,Xe}\approx3\cdot10^{-18}см^2$ тең. ^{135}Xe нуклиді белсенді аймақта ^{135}I радиоактивті ыдырауынан түзілумен қатар (меншікті шығуы $\gamma_I\approx6,1\%$) бөліну жарықшағы ретінде де тікелей түзіледі (шығу үлесі $\gamma_{Xe}\approx0,3\%$).

Уланудың мәні жұтқыштағы нейтрондардың жұтылу мөлшерінің отындағы нейтрондардың жұтылу мөлшеріне қатынасы түрінде табылады:

$$W=(\varphi\Sigma_aV)_{жұт}/(\varphi\Sigma_aV)_{отын}, \quad (1.1)$$

мұндағы φ [нейтр/($м^2\cdot с$)], Σ_a ($м^{-1}$), V($м^3$)–нейтрондар ағынының тығыздығы, макроскопиялық жұту қимасы және сәйкесінше отын мен нейтрон жұтқыштың көлемдері.

Отынмен қатар орналасқан жұтқыштар үшін мына теңдік орынды: $V_{жұт} = V_{отын} = \varphi_{жұт} = \varphi_{отын}$, олай болса

$$W=\Sigma_a^{жұт}/\Sigma_a^{отын}=(\sigma_a^{жұт}/\sigma_a^{отын})(N_{жұт}/N_{отын}), \quad (1.2)$$

мұндағы $N_{жұт}$ және $N_{отын}$ – жұтқыш пен отынның концентрациясы, ядер/$м^3$. Жылулық нейтрондарда жұмыс істейтін реактор үшін улану салдарынан реактивтіліктің төмендеуі мына түрде анықталады:

$$\rho_{улану}\approx-\theta W, \quad (1.3)$$

мұндағы θ − уланбаған реактордың жылулық нейтрондарды қолдану коэффициенті.

N_0тұрақты қуатта жұмыс істейтін реактордағы I-тың жиналуы [нейтрондар ағынының тығыздығы φ_0, нейтр/($м^2 \cdot с$)] немесе I-тың қалыпты жылдамдықта түзілуі жартылай ыдырау периоды T_I=6,7 сағ-қа сәйкес экспоненциалды заңмен өзгереді және келесі теңдікпен анықталады:

$$N_I(t)=N_{0I}(1-e^{-\lambda It}) \quad (1.4)$$

I-тың қалыпты концентрациясы реактор қуатына (нейтрондар ағынның тығыздығы φ_0) тура пропорционал:

$$N_{0I}= \gamma_I \Sigma_f^{отын} \varphi_0/\lambda_I \quad (1.5)$$

мұндағы γ_I=0,056 − I-тың меншікті шығуы; $\lambda_I=2{,}9\cdot10^{-5}с^{-1}$ − I үшін ыдырау тұрақтысы $\Sigma_f^{отын}$ – отынның макроскопиялық бөліну қимасы, $м^{-1}$. Иодтың радиоактивті ыдырау жылдамдығы – теллурдың ыдырауы кезінде пайда болатын иод жылдамдығына тең болған кезде тұрақтылық орнайды. Өз кезегінде теллурдың меншікті шығуы қуатқа тәуелді.

Белсенді аймақтың бірлік көлеміндегі (1 $см^3$) иод пен ксенон ядроларының мөлшерін анықтайтын дифференциалды теңдеуді мына түрде жазуға болады:

$$dN_I(t)/dt=\gamma_I \varphi_0 \Sigma_f-\lambda_I N_I(t) \quad (1.6)$$

$$dN_{Xe}(t)/dt=\gamma_{Xe} \varphi_0 \Sigma_f+\lambda_I N_I(t)-\lambda_{Xe} N_{Xe}(t)-\varphi_0 \sigma_{Xe} N_{Xe}(t) \quad (1.7)$$

Реактор жұмысы басталғаннан соң, біршама уақыттан кейін иод пен ксенонның ядролық концентрациялары тұрақты мәндеріне жуықтайды. Бұл жағдайда келесі өрнектер алынады:

$$dN_I(t)/dt=0 \quad \text{және} \quad N_{Xe}(t)/dt=0 \quad (1.8)$$

(1.8) және (1.6) өрнектерін ескере отырып, иодтың тұрақты концентрациясын таба аламыз:

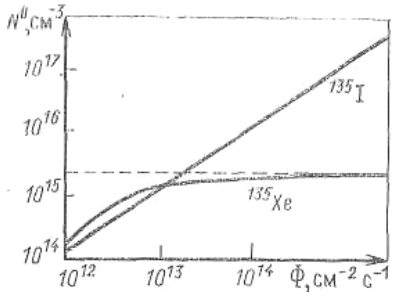
$$N_{0I}= \gamma_I \varphi_0 \Sigma_f / \lambda_I \quad (1.9)$$

^{135}Хе-ның тұрақты концентрациясы − ксенонның бөлініп жатқан иодтан шығу және бөліну жарықшағы ретінде түзілу жылдамдықтары мен ксенонның нейтрондарды жұту және радиоактивті ыдырау жылдамдықтары арасындағы тепе-теңдікпен анықталады. N_0 (φ_0 ағын тығыздығы) тұрақты қуатта жұмыс істеу кезінде:

$$N_{0Xe}= \varphi_0 \Sigma_f^{U-235}(\gamma_I+\gamma_{Xe})/(\lambda_{Xe}+\sigma_{Xe}\varphi_0) \quad \text{ядер}/м^3, \quad (1.10)$$

мұндағы γ_{Xe}=0,003 −ксенонның меншікті шығуы; $\lambda_{Xe}=2{,}1\cdot10^{-5}$ $с^{-1}$ − ксенонның ыдырау тұрақтысы. Практикалық есептеулер кезінде I пен Хе тұрақты концентрациясының орнығу уақыты ретінде олардың концентрациясының тұрақты мәнінен 10−5% айырмашылыққа ие болған уақытты алса болады.

Иодтың тұрақты концентрациясы реактордағы нейтрондар ағынына тура пропорционал және бұл зерттеу реакторларында айқын көрінеді (1.1 сурет). Реактор тоқтағаннан кейін иод ксенонға айнала отырып, реактордың шамадан тыс улануына алып келеді (иод шұңқыры).



1.1-сурет. Тұрақты концентрацияның нейтрондарағынының тығыздығына тәуелділігі

Бастапқы шарттары $N_I(0)=0$ және $N_{Xe}(0)=0$ болатын реакторды қосу үшін (1.6) және (1.7) теңдеулерінің шешімі мына түрде болуы керек:

$$N_{Xe}(t)=N_{0Xe}\{1-\exp[-(\lambda_{Xe}+\varphi_0\sigma_{Xe})t]\}-[N_{0I}/(\lambda_{Xe}+\sigma_{Xe}\varphi_0)/\lambda_I-1]\times$$

$$\times\{(-\lambda_I t)-\exp[-(\lambda_{Xe}+\varphi_0\sigma_{Xe})t]\} \qquad (1.11)$$

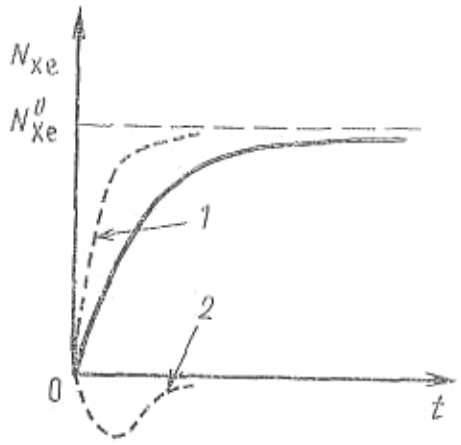
Жұмыс істеп тұрған реактордағы ксенонның концентрациясы нөлден бастап, тұрақты мәніне дейін өседі және $t\to\infty$ кезінде $N_{Xe}(\infty)\to N_{0Xe}$ ұмтылады.

(1.11) өрнектегі бірінші мүшемен анықталатын тұрақты концентрацияның жиналуын екінші мүше баяулатады, өйткені реакторда бастапқыда иодтың тұрақты концентрациясы жиналуы керек (1.2 сурет) .

Тұрақты концентрацияның орнығу уақыты қарастырып отырған нуклидтің 4−5 жартылай ыдырау периодына кеткен уақытқа тең және ол тұрақты қуатта 1,5 −2 тәулік жұмысқа сәйкес келеді. Қалыпты деңгейдегі N_0 қуатта (φ_0 ағын тығыздығы) реактор жұмысы кезінде ксенонмен тұрақты 1,5−2 тәулік улану салдарынан реактивтіліктің төмендеуі келесі мәнге ұмтылады:

$$\rho_{0Xe}=-\theta W_{0Xe}=-\theta\,(\sigma_{Xe}(\gamma_I+\gamma_{Xe})\varphi_0/\lambda_{Xe}+\sigma_{Xe}\varphi_0)(\sigma_f^{U\text{-}235}/\sigma_a^{U\text{-}235}+\sigma_a^{U\text{-}238}(1-x)/x), \qquad (1.12)$$

мұндағы W_{0Xe} − реактордың Хе-мен улануы; θ − жылулық нейтрондарды қолдану коэффициенті; σ_{Xe} − Хе нейтрондарды жұту қимасы, м^2; γ_I=0,056, γ_{Xe}=0,003 − I пен Хе отынның бөлінуі кезінде пайда болатын өнімі ретінде меншікті шығуы; x − отынның ^{235}U изотобымен байытылуы; $\sigma_f^{U\text{-}235}$, $\sigma_a^{U\text{-}235}$, $\sigma_a^{U\text{-}238}$ − уран изотоптарының макроскопиялық бөліну (f) және жұтылу (a) қималары, м^2.



1.2-сурет. Ядролық реакторды қосу кезінде тұрақты концентрацияның жиналуы

(1,7) формуладан көрініп тұрғандай Хе тұрақты улануының мәні нейтрондарды жұту қимасына, отынның байытылуына және нейтрондардың ағын тығыздығына (ядролық реактор қуатына) тәуелді. 1.2 – кестеде ксенонның нейтрондарды жұту қимасының жылулық спектрдің шектелген аймағында жататын нейтрондардың температурасына тәуелділігі келтірілген(нейтрондардың энергиясы 0,084 эВ, $\sigma_{Xe}=3{,}5\cdot10^6$ барн$=3{,}5\cdot10^{-18}$ см^2).

Неғұрлым отын байытылған сайын соғұрлым Хе улану жоғарлайды. Егер екі реактор әртүлі байытылған отынмен және бірдей мөлшердегі ^{235}U қамтамасыз етілген болса, ондағы нейтрондар ағынының тығыздығы да бірдей болады. ^{238}U көп мөлшері бар реакторда Хе-ның нейтронды жұтуы аз, ал керісінше ^{238}U-дің мөлшері азайған сайын Хе-ның нейтронды жұтуы өсе түседі.

Отынның концентрациясы белсенді аймақта арытқан сайын қалыпты байыту салдарынан ксенонмен улану азаяды, оның себебі ксенонның бірдей мөлшерінде (берілген қуатта) отынның концентрациясы артқан сайын ксенонның жұту мөлшері төмендейді. Нейтрондар ағынының тығыздығы аз болған кезде немесеХе-ның жұту қимасы аз болған кезде жылулық нейтрондардан жоғары және

шапшаң нейтрондар үшін, яғни $\lambda_{Xe} >> \sigma_{Xe}\varphi_0$ болғанда, (1.12) теңдігінен көрініп тұрғандай уланудың және $\rho_{кеш}$ төмендеуі φ-ге пропорционал:

$$\rho_{0Xe} \approx -\theta(\gamma_I + \gamma_{Xe})(\chi_e/\lambda_{Xe})(\Sigma_f^{U\text{-}235}\varphi_0/\Sigma_a^U, \quad (1.13)$$

Ағын тығыздығының өте үлкен мәндерінде [жылулық нейтрондағы реактор үшін $\varphi_0 > 10^{18}$ нейтр/($м^2 \cdot с$)] және Хе жұту қимасы үлкен, яғни $\lambda_{Xe} << \sigma_{Xe}\varphi_0$ болғанда, ρ_{0Xe} мәні φ_0-ге тәуелсіз:

$$\rho_{0Xe} \approx -\theta(\gamma_I + \gamma_{Xe})\Sigma_f^{U\text{-}235}/\Sigma_a^U, \quad (1.14)$$

Бұлай болу себебі, ағын тығыздығы үлкен болған кезде нейтрондар ағынының жылдамдығымен салыстырғанда Хе радиоактивті ыдырау жылдамдығын ескермеуге болады. Олай болса, Хе келуі және кетуі нейтрондар ағынының тығыздығына тәуелді: келуі қаншалықты өзгерсе, кетуі де соншалықты өзгереді. Демек, Хе тепе-теңдік концентрациясы қуаттың өзгерісі кезінде де қалыпты күйінде қалады. Таза ^{235}U үшін Хе-мен улану максимал мәнге жетеді, бірақ 5%-дан аспайды:

$$\rho^5_{0Xe} \approx -\theta(\gamma_I + \gamma_{Xe})(\sigma^5_f/\sigma^5_a) \approx -\theta \cdot 0{,}059 \cdot 0{,}85 \approx_{\theta \to 1} -5\%. \quad (1.15)$$

$\lambda_{Xe} \approx \sigma_{Xe}\varphi_0$ өрнегі жылулық нейтрондарда жұмыс жасайтын энергетикалық ядролық реакторларға тән. ρ_{0Xe} мәндері жылулық нейтрондардағы ядролық реактор үшін сәйкестендіріліп алынған. Реактордың қуаты өскен сайын Хе-мен улану жылдамдығының өсуі азаяды. ρ_{0Xe}-ның қуатқа тәуелділігі $N < N_{ном}$ қуатта жұмыс істегенде, номиналды бөлік қолданылған соң қосымша энергия алу мүмкіндігін береді.

Белгіленген қуатта жұмыс жасаған кезде ыдырау тұрақтысы λ^{Xe} ($с^{-1}$) болатын ксенонның радиоактивті ыдырауымен қатар ксенон жылдамдығы $\sigma_{Xe}\varphi_0$ ($с^{-1}$) болатын нейтрондармен жойылады және оның азаюының қосындысыэффективті жартылай ыдырау периодымен жүзеге асады:

$$T^*_{Xe} = 0{,}693/\lambda^*_{Xe} = 0{,}693/(\lambda_{Xe} + \sigma_{Xe}\varphi_0) = 9{,}2|(1 + \varphi_{ном}\sigma_{Xe}N_0/10^2\lambda_{Xe}) \text{ сағ}, \quad (1.16)$$

мұндағы $\varphi_{ном}$ – нейтрондар ағынының тығыздығы, $N_{ном}$ сәйкес; N_0– реактор жұмыс істейтін қуат, $N_{ном}$-пен салыстырғанда пайыздық үлесте. Біз алған шартты реактор үшін $\varphi_{ном} = 4 \times 10^{17}$ нейтр/($м^2 \cdot с$) және $\sigma_{Xe} = 2{,}7 \cdot 10^6$ б болғанда мынаны аламыз:

$$T^*_{Xe} = 9{,}2/(1 + 0{,}05N_0) \text{ сағ}, \quad (1.17)$$

Тұрақты улану орнағанға дейін кез-келген уақыт мезетінде ксенонмен улану салдарынан $\rho_{кеш}$ азаюы келесі қатынаспен анықталады:

$$\rho_{Xe}(t) = \rho_{0Xe}[\lambda^*_{Xe}/(\lambda^*_{Xe} - \lambda_I)(\exp(-\lambda^*_{Xe}t) - \exp(-\lambda_I t)) - (\exp(-\lambda^*_{Xe}t) - 1)] \quad (1.18)$$

мұндағы ρ_{0Xe} – тепе-тең улану орнаған кездегі реактивтіліктің жоғалтылуы; $\lambda^*_{Xe} = \lambda_{Xe} + \sigma_{Xe}\varphi_0$ – ыдыраудың эффективті тұрақтысы.

Реактор жоғарғы қуатында, $\lambda^*_{Xe} > \lambda_I$ кезінде $\rho_{Xe}(t)$-ке арналған (1,13) қатынасы оңайлана түседі:

$$\rho_{Xe}(t) = \rho_{0Xe}(1 - \exp(-\lambda_I t)) \quad (1.19)$$

Бұл теңдіктен көрініп тұрғандай, ксенонның жиналуы салдарынан $\rho_{кеш}$ азаюы иодтың ыдырау жылдамдығымен сәйкес келеді, яғни $T_I = 6{,}7$ сағ жартылай ыдырау периоды кезінде ρ_{0Xe} өзінің тұрақты мәніне ұмтылады.

Оператор тұрақты мәніне жеткенге дейін кез-келген уақыт мезетінде уланды бағалай білуі керек және тұрақты уланудың қуатқа тәуелді графиктерін мына жағдайларда пайдалана білуі қажет:

1) реакторды қосудың алдында басқару тетіктерінің жай-күйін анықтауда;

2) реактордың номиналдыдан төменгі қуатта жұмыс істеген кезінде қосымша энергоресурсты есептеуде;

3) реакторды қажетті қуатқа шығарғаннан кейін басқару тетіктерінің жай-күйін бағалауда.

Бөліну жарықшақтарының және олардың ыдырауы кезінде пайда болатын өнімдерінің ішінде ^{135}Хе-тің нейтронды жұту қимасы үлкен. Ядролық реактордың жұмысы кезінде аталған изотоптың тұрақты мәндері тез орнайды және тұрақты қуат кезінде өзгеріссіз қалады. Сәйкесінше теріс реактивтілік те өзінің тұрақты деңгейіне тез жетеді. Реактордың қуаты өзгерген кезде ксенонның концентрациясы да өзгереді. Қуаттың жоғарылауына және төмендеуіне байланысты реактивтілік те өзгеріп отырады. Кейбір жағдайларда шамадан тыс улану салдарынан реакторды қайта қосу мүмкіншілігі азаяды, мұндай сәттерде улану толығымен жойылғанша күтуге тура келеді.

Демек, ксенонмен уланудың реактор жұмысына тигізетін әсері орасан зор, сондықтан бұл нуклидті ядролық реакторды пайдалану кезінде ескерусіз қалдыруға болмайды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1]. Бать Г.А. Иследовательские ядерные реакторы.-М.: Атомиздат, 1972. 13-43 б.
[2]. Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы.-М.: Энергоатомиздат, 1990. 12-127 б.
[3]. Займовский А.С. Тепловыделющие элементы атомных реакторов.-М.: Госатомиздат, 1962. 20-57 б.
[4]. Ионайтис Р.Р., Стобецкий В.Н. Гидравлика СУЗ ядерных реакторов.-М.: Атомиздат, 1972. 5-57 б.
[5]. Кап Ф. Физика и техника ядерных реакторов. Пер. с нем. Б.А.Буйницкого. Под. ред. канд. физ-
[6]. мат.наук Г.А.Быть.-М.: Изд. иностр. лит, 1960. 15-125 б.
[7]. Карпов В.А. Физические расчеты газоохлаждаемых реакторов.-М.: Энергоатомиздат, 1988. 9-16 б.
[8]. Кочуров Б.П. Численные методы в теории гетерогенного реактора.-М.: Атомиздат, 1980. 23-45б.
[9]. Левин В.И. Ядерные реакторы.-М.: Госатомиздат, 1963. 116-202 б.
[10]. Материалы для ядерных реакторов. Пер. с анг. Под. ред. Ю.Н.Сокурского.-М.: Госатомиздат, 1963.18-67 б.
[11]. Миллер В.С. Атомная энергетика и ее будущее. Киев, «Наукова думка», 1967. 115-213 б.
[12]. Петросьянц А.М. Атомная энергетика зарубежных стран. США, Канада, Великобритания, Фрнация,ФРГ, Италия, Швеция, Швейцария, Япония.-М.: Атомиздат, 1974.
[13]. Пустовалов Г.Е. Атомная и ядерная физика.-М.: Изд-во Москов. Ун-та, 1990. 67-89 б.
[14]. И.Н.Бекман. Ядерная индустрия. Курс лекций. 2008.5-27б
[15]. Усынин Г.Б., Карабасов А.С., Чирков В.А. Оптимизационные модели реакторов на быстрыхнейтронах. - М.: Атомиздат.31б
[16]. Лейпунский А.И. Применение ядерной физики в смежных областях науки и народном хозяйстве. //УФН -1968- т. 95.-вып. 1. -С.15-23.
[17]. Курсив kz.12 государств Евросоюза подтвердили важность развития ядерной энергетики. (http://www.kursiv.kz)
[18]. K. H. Guber, et al., Neutron Cross Section Measurements at the Spallation Neutron Source, Int. Conf. on Nuclear Data for Science and Technology, Tsukuba (JP), 7-12, P. 281, Oct. 2001.
[19]. S. F. Mughabghab, M. Divadeenam and N.E. Holden, *Neutron Cross Sections, Vol. 1 A,B: Neutron Resonance Parameters and Thermal Cross Sections,* (Academic Press, Orlando, Florida, 1981, 1983).
[20]. N. E. Holden, *Neutron Scattering and Absorption Properties (Revised 1993),* BNL-49710, (Report BNL, Brookhaven, USA, 1994).
[21]. CENDL-3 "Zhuang, Liu and Zhang" Chinese Evaluated Nuclear Data Library Journal of Nuclear Science and Technology (2002)

Дуаметулы Б., Калауов Б.П., Даулеткулова А.С.

Изучение сечения реакции при взаимодействии нейтронов с ядрами мишени

Резюме.Основная цель данной работы заключается в изучении физических закономерностей сечении реакции ядра мишени, при взаимодействии нейтронов с ядром мишени в ядерном реакторе. При сгорании ядерных топлив в ядерном реакторе, реактивность реактора изменяется по двум причинам: во-первых, из-за появления выделенных осколков, во-вторых, из-за уничтожения выделяемых нуклидов и формирования новых трансурановых элементов. Выделяемые осколки владеют тепловыми и резонансными сечениями захвата нейтронов. Если сечения велики, то поглощение нейтронов такими осколками влияет на привычную работу реактора. Поэтому при проектировании топлива реактора, необходимо знать влияние поглощение нейтронов на реактивность осколков.

Ключевые слова: нейтрон, реактор, сечениереакции, атомная электростанция, атомная энергетика.

Duamet B., Kalauov B.P., Dauletkulova A.C.

Research of reaction cross section at the interaction of neutrons with target nuclei

Summary. The main objective of the given work is the physical laws of neutron and reaction cross section of the target nuclei in nuclear reactor. There are two reasons of the reactivitychange during the fuel combustion in nuclear

reactor: first, due to the derivation of fission fragments, and second, destroy of fission nuclides and formation of new transuranic elements. The fission products have the various thermal and resonance cross-section of neutron capture. If these cross-sections are very large, then such fragments absorb neutrons very much, which affects to the normal operation of the reactor. Therefore during the designing a reactor fuel the effect on reactivity of the neutrons absorbtion by fission products is need to be predicted.

Key words:neutron, reactor, reaction cross section, nuclearpowerplant, nuclearenergy.

УДК 574.526.3 (584.5)

М.О. Байхамурова, Ё.С. Сатанов
(Қ.А.Ясауи атындағы ХҚТУ,"Экология" ҒЗИ кіші ғылыми қызметкері,
Түркістан, Қазақстан ecolog_kz@mail.ru)

ҚОЖА АХМЕТ ЯСАУИ КЕСЕНЕСІНІҢ ҚҰРЫЛЫС МАТЕРИАЛДАРЫНА ШОҒЫРЛАНҒАН ТҰЗДАРДЫ ЖОЮ ЖОЛДАРЫ

Аңдатпа. Бұл мақалада Қожа Ахмет Ясауи кесенесінің жағдайына түрлі табиғи және антропогендік факторлардың кешенді әсерлері синергизм эффектісінің орын алуына айқын негіз екені туралы тұжырым туындалып отыр. Құрылыс материалдарында тұз тұнбаларының түзілу жолдары теориялық түрде дәлелденген. Ионалмасу үдерісіне негізделген, сорбент ретінде иониттер қолданылатын, тұзсыздандырудың тиімді компресті әдісі ұсынылған.

Кілт сөздер: Қожа Ахмет Ясауи кесенесі, сорбенттер, анионит, катионит, ЭДТА, тұздар.

Ұлы Жібек жолында орналасқан Қожа Ахмет Ясауи кесенесі — Түркістан қаласында XIV ғасырдың соңында тұрғызылған көне сәулет ғимараты. 2003 жылы маусымда Парижде өткен ЮНЕСКО-ның 27-ші сессиясында Қожа Ахмет Ясауи кесенесі дүниежүзілік мәдени мұралар тізіміне енгізілді [1]. Бірақ соңғы жылдары, екінші Мекке болып есептелінетін Қожа Ахмет Ясауи кесенесінің жағдайы алаңдатырлық. Бұл теңдеуі жоқ Ислам әлемінің сәулет ескерткішін қорғау және кейінгі ұрпаққа сақтап қалудың мәні ерекше зор.

Қалалардың тарихи аудандарының заман талаптарына сай өзгеруі, соған қатысты үдерістердің түрлері мен жылдамдықтары көптеген тарихи және мәдениет мұраларына кері әсерін тигізеді. Табиғи әсерлер мен антропогендік факторлар көптеген ескерткіштердің бұзылуына немесе толық жойылуына дейін әкеп соғады. Ғасырлар бойы орын алған табиғи апатты құбылыстар мен соңғы кездердегі қоршаған ортаның техногендік өзгерістері, әртүрлі өндіріс үрдістерінің әсері кесенеге орасан зиян келтіріп отыр. Сондықтан бұл мәселеге уақытылы мән беріп, қажетті ғылыми зерттеулер өткізіп, нақты шаралар қолдану керек. Қожа Ахмет Ясауи кесенесінің қандай жағдайда екенін бағалауға ғылыми мамандар көптеген зерттеулер өткізді. Кесене толық зерттеліп, оның жағдайына бағалар берілді. Бұл зерттеулердің нәтижесіне сүйенсек, тұздану үдерісі кесененің құрылыс бөлшектерін жайлап, күйреуіне кері әсерін тигізетіні айқындалды. Кесененің кейбір жерлерінде тұздың құрамы артқан сайын ол тез көбейіп тұз қатпарына айналған. Тұз қатпары ауадан тек ылғалды ғана емес, сорбенттің де рөлін атқарып ауадағы зиянды құрауыштарды да өзіне тартатыны айқын. Құрылыс материалдағы тұздар құрамын зерттеу екі мақсатты көздейді.

Біріншіден, суда еритін тұздардың болуы технологиялық үдерістер кезінде құрылыс материалдарының сапасына кері әсерін тигізеді. Бұл жерде, тұздылықтың абсолютті мәнімен қатар, суда еритін тұздардың сапалық құрамы және олардың арақатынасы да маңызды.

Екіншіден, құрылыс материалдағы тұздардың сапалық және сандық мөлшерлері атмосфералық жауын-шашынның құрамына да байланысты болады. Сонымен, қоршаған ортадағы болып жатқан үдерістер барысында құрылыс материалдарының тұздылық құрамына өзгерістер енетіні сөзсіз. Бұндай өзгерістер аса маңызды рөл атқарады, себебі құрылыс материалдарындағы құрамдық бөліктердің сапасын елеулі түрде өзгертеді [2].

Сондықтан, бұл жағдайды үнемі назарға алып отырған орынды. Әсіресе атмосфералық ластанған ауадан нитрат, сульфат, карбонат және т.б. анион бөлшектері құрылыстық конструкциялық бөліктерге сіңіп, олардың құрамы мен қасиетін күрт өзгертіп отырады. Бұл жұмыста атмосфералық

ауаны зерттеу жүргізумен қатар кесененің әртүрлі бөліктерінен анализдің үлгілері, гипергенезиске ұшырамаған бөліктері де алынған.

Зерттеу әдістері.

Жұмыста зерттеу нысаны ретінде«Қожа Ахмет Ясауи кесенесі», құрылыс материалдары, құрылыс материалдарында шоғырланған тұзды қабаттары қарастырылған.

Ғылыми зерттеулер кешенді теориялық және физикалық, физикалық-химиялық, химиялық және көзбен шолу (фотобелгілеу) әдістеріне негізделіп, Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің «Экология» ҒЗИ-ң СТРК ИСО/МЭК 17025-2007 талаптарына сәйкес Қазақстан Республикасының аккредиттеу жүйесі бойынша аккредиттелген (Аккредиттеу аттестаты № KZ.И.16.0727., 22.05.2015ж.) «Экологиялық бақылау және химиялық талдау» аналитикалық зертханасында жүргізілген.

Нәтижелер және оларды талдау.

Құрылыс материалдары үлгілерінен сулы сығынды алынып зерттелді.

Су сығындысына негізінде ерігіштігі жоғары тұздар өтеді, атап айтқанда, нитраттар, сілтілі металдардың карбонаттары, кальцийдің және т.б. металдардың гидрокарбонаттары, сонымен қатар кейбір сульфаттар.

Гипс, кальций мен магнийдің карбонаттары ерімейтін болғандықтан ерітіндіге толығымен өтпейді, олар еритін түрге тек қоршаған ортаның, дәлірек айтқанда, қышқылды немесе тұзды атмосфералық жауын-шашынның мөлшеріне байланысты [3].

Тұздар жинақталған бөліктерден сынаулар алынып, олардың құрамы анықталды. Тәжірибелік зертханалық нәтижелер 1-ші кестеде келтірілген.

1-кесте. **Кесененің қабырғасы мен фундамент деңгейінен алынған сынамалардағы суда еритін тұздардың негізгі құрамы**.

Сынама алынған деңгей	Құрғақ қалдық мг/ дм^3	HCO_3^- мг/ дм^3	Ca^{2+} мг/ дм^3	Mg^{2+} мг/ дм^3	Cl^- мг/ дм^3	SO_4^{2-} мг/ дм^3	NO_3^- мг/ дм^3	NO_2^- мг/ дм^3	NH_4^+ мг/ дм^3	pH
Жер бетінен 1-м ден жоғары	4506	122,5	601,2	84,0	524,7	3061,2	11,5	0,32	0,39	7,94
Жер бетінен 1-м ге дейін	11518	122,6	360,7	468,1	248,2	7560,3	1987,4	0,21	0,34	7,96

Зерттеу нәтижелері бойынша, тұз шөгінділері негізінде сульфат, карбонат,хлорид, нитраттардан құралған. Нитрат тұздарының орын алуы құс саңғырықтарынан бөлінетін азот қышқылынан деп тұжырым жасауға болады. Әдеби мәліметтерге сүйенсек, құс саңғырығындағы азот несеп қышқылы түрінде болады [4]. Атмосфералық ауаның әсерінен несеп қышқылы бірқатар реакцияларға түсіп мочевинаға $CO(NH_2)_2$,аммоний карбонатына $(NH_4)_2CO_3$,аммиакқа, көмірқышқыл газына және т.б. қосылыстарға айналады. Төменде сол реакциялар берілген:

$$C_5H_4N_4O_3+O_2+H_2O=C_4H_6N_4O_3 \text{ (аллантоин немесе глиоксилдиуреид)}+CO_2$$
$$C_5H_4N_4O_3 + H_2O = 2CO(NH_2)_2 + HCOCOOH \text{ (глиоксил қышқылы)}$$
$$CO(NH_2)_2 + 2H_2O = (NH_4)_2CO_3$$
$$(NH_4)_2CO_3 = 2NH_3 + CO_2 + H_2O$$

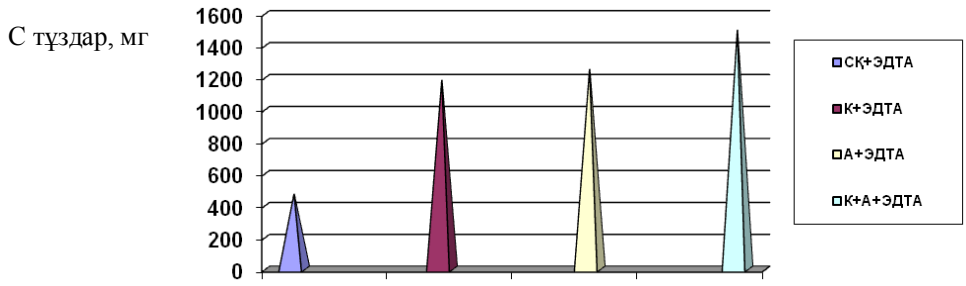
Ал несеп қышқылынан түзілген қосылыстар ауаның құрамына қарай тоқтамсыз тізбектелген өзгерістерге ұшырап отырады. Мысалы, аммиак ауадағы оттегімен әрекеттесіп азот оксидтеріне және азот қышқылына айналады:

$$4NH_3 + 7O_2 = 6\,H_2O + 4NO_2$$
$$4NO_2 + 2H_2O + O_2 = 4HNO_3$$

Тарихи ескерткіштердің тұрақтылығын сақтауда құрылыс материалдарында түзілген тұздарды жою үшін көптеген елдерде колданылып жүрген компресс әдісін пайдаландық. Қабырғалар мен іргелердегі түзілген тұз қабаттарын жою сорбциялық үдерістерге негізделген. Сорбциялық материал ретінде күлсіз сүзгіш қағаз парақшаларының арасына құрамында катионит пен анионит қоспасы бар бірқатар мақта қабаттары қолданылды. Осы материалды суландыруға 10 % этилендиаминтетрасірке (ЭДТА) қышқылының дистелденген суға араластырылған ерітіндісін қолдандық. ЭДТА сорбенттердің сіңіру қабілетін жоғарлатады, себебі көптеген тұздардың ерімейтін түрі ерігіштігі жоғары кешенді қосылысқа айналып сорбцияланады [5].

Компресс әдісінде сорбентті материалдан (катионит, анионит) жасалған көпқабатты жабыстырғышты толығымен кеуіп қалғанша тұзданған жерде ұстап тұрады. Бұл әдіс барысында құрылыс материалдарының беткі және ішкі жағындағы еритін тұздардың көптеген мөлшері құрылыс материалдарынан фильтр қағазына және оның арасындағы иониттерге өтеді.

Тәжірибелік зерттеу жұмыстарының негізінде тұздардан арылу мүмкіндігі анықталды, зерттеу нәтижелері арқылы алынған кейбір көрсеткіштер 1-ші суретте көрсетілген.



1-сурет. Компресс әдісімен тұздарды жою

Қортындылай келе, тұздардың мөлшері 5-6 тәулік ішінде азая бастағанын аңғардық, яғни компресс әдісінде сорбент ретінде (К+А) 10 % ЭДТА мен суландырғанда құрылыс материалдарының беткі қабатын тұзсыздандыру үдерісі толығымен аяқталады деп санауға болады. Кесенелердің құрылыс материалдарына шоғырланған тұздарды жою мен болдырмауға бағытталған тиімді технологиялық тәсіл - компресс әдісі болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Мавзолей Ходжи Ахмеда Яссави //Материалы 27-ой сессии Комитета Всемирного Наследия ЮНЕСКО, Париж, июнь-июль2003 г.; предложение Республики Казахстан и рекомендация Международного Совета по охране памятников и исторических мест (ICOMOS), включение Мавзолея Ходжи Ахмеда Яссави в Список Всемирного Наследия. – Париж, 2003.

[2] Акбасова А.Ж., Тойчибекова Г.Б. Оценка влияния объектов окружающей среды на состояние мавзолея Х.А.Ясави // Вестник ТарГУ. – 2011. – № 2. –С.13–17.

[3] Бейсембаева Л.С., Акбасова А.Д., Тойчибекова Г.Б., Влияние факторов экологических рисков на сохранение культурного наследия // Вестник МКТУ им.Х.А.Ясави. - 2012. - № 6. – С.12-15.

[4] A.D. Akbasova, G.A. Sainova, L.S. Beisembaeva, G.B. Toychibekova and D.K. Sunakbaeva, Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, Impact Assessment of Environmental Natural-Climatic and Anthropogenic Factors on State of H.A.Yasawi Mausoleum 2016y. ISSN: 0975-8585. January – February 2016 RJPBCS 7(1) Page No.2068-2074.

[5] Насоловец Н.Б. О критериях оценки загрязнения атмосферного воздуха на карьерах Забайкалья / Н.Б. Насоловец // Материалы второй международной конференции «Забайкалье на пути к устойчивому развитию: экология, ресурсы, управление». – Чита: ЧитГУ, 2001. – С.57-60.

Байхамурова М.О., Сатанов Ё.С.

Методы обессоливание строительных материалов мавзолея Ходжа Ахмеда Ясави

Аннотация. В статье приведены работы по оценке современного состояния памятников и установлено наличие комплексности и синергизма воздействий на исследуемые объекты разнообразных естественных и антропогенных факторов. Дано теоретическое обоснование образованию солевых отложений в строительных материалах. Предложен эффективный компрессный метод обессоливания, основанный на ионообменном процессе с использованием в качестве сорбента ионитов.

Ключевые слова: мавзолей Ходжа Ахмеда Ясави, сорбенты, анионит, катионит, ЭДТА, соли.

УДК 544.653.1

П.А. Абдуразова, М.С. Сатаев, Ш.Т. Қошқарбаева
(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік университеті,
Шымкент қаласы, Қазақстан Республикасы, abdurazova-p@mail.ru)

ДИЭЛЕКТРЛІ БҰЙЫМДАРДЫҢ БЕТТЕРІНЕ АЛТЫН МЕТАЛЫН ҚОНДЫРУ ӘДІСІ

Түйіндеме. Мақалада әртүрлі материалдардың бетіне алтын қабықшаларын тұндыру әдісі келтірілген. Әртүрлі материалдардың бетіне металды алтынды қаптау үрдісіне сай құрамында 10-150 г/л хлорлы алтыны ($AuCI_3$) бар сорбциялық ерітіндіге батыру арқылы жүзеге асырады, ал алтынның тотықсыздану үрдісін бөлме температурасында газтәрізді фосфинмен жүргізеді.

Кілт сөздер: мақта-қағаз мата, полихлорвинил, полистирол, алтын қабықшасы, мыс фосфиді, алтын фосфиді, газтәрізді фосфин.

Қазіргі таңда ғылым мен техниканың дамуында әртүрлі материалдардың беттеріне берік қаптаулар алу өзекті мәселелердің бірі. Ерекше физика-химиялық қасиеттері бар қаптамалар белгілі бір магниттік сипаттамаға, жартылай өткізгіштік, ыстыққа төзімділік пен жоғары дәрежелі өткізгіштік қасиетіне ие болуы тиіс. Осы негізде күрделі құрылымды бөлшектерге арналған металды және диэлектрлі бұйымдарды алтындау үрдісін жасау болып табылады [1].

Алтын бірқатар бірегей қасиеттерге ие, соның арқасында оны қазіргі заманғы техниканың түрлі салаларында кеңінен қолданады: электроникада, байланыс техникасында, ғарыштық және авиациялық техникада, химия және т. б. Агрессиялық ортаның әсеріне металдардың арасында алтын ең тұрақты болып табылады, тек электро- және жылуөткізгіштігі бойынша мыс пен күмістен кейінгі орынды алады [2].

Қойылған мақсат алтынқұрамдас қоспаның ерітіндісін қаптауда химиялық алтындандырылуы бар әртүрлі материалдардың бетіне металды алтынды қаптау үрдісіне сай құрамында 10-150 г/л хлорлы алтыны ($AuCI_3$) бар сорбциялық ерітіндіге батыру арқылы жүзеге асырады, ал алтынның тотықсыздану үрдісін бөлме температурасында газтәрізді фосфинмен жүргізеді. Сорбциялық ерітінді құрамында қосымша тағы екі валентті мыс та болуы мүмкін. Сорбциялық ерітіндіге батырылғаннан кейінгі ылғал материалдың бетіне қысылған ауамен синтетикалық алмаздың бөлшектерін шашыратады.

Бұйым материалы ретінде мақта-қағаз матасы, полихлорвинил, полистирол қолданылады. Әдіс келесідей түрде жүзеге асырылады.

Гальванотехникада жалпы берілгендей дымқылданғыштығы бар бұйым немесе бөлшек 1-3 минут уақытқа хлорлы алтынның 10-150 г/л ерітіндісіне батырылады [3]. Осы орайда бұйым бетінде хлорлы алтынның сорбциялық қабаты қалып кетеді. Ерітіндінің артық мөлшерін қағып-соқтыру әдісі арқылы жояды [4]. Бұйым материалы беттік күйіне байланысты ерітіндінің сорбциялық қабатының жойылуы 80-110 мл/м^2 құрайды. Мұнан ерітіндінің бұйым бетіндегі сорбциялық қабатының қалыңдығы 40-75 мкм құрайды. 150 г/л асқан концентрацияны қолдану алтын тұздарының кристалдануы үрдісінің орын алуы себебінен қажетсіз деп табылады [5].

Кейіннен бұйымды 25^{o}C хлорлы алтынның ылғалды қабаты түзілгенше кептіреді. Кептіру уақыты әдетте 50-60 минутты құрайды [6]. Осылайша кептірілген бұйымды герметикалық камераға орналастырады және сіңірілуі аяқталғанға дейін газтәрізді фосфинді жібереді. Фосфиннің хлорлы алтынмен реакцияласу нәтижесінде бұйым бетінде алтын қабаты түзіледі:

$$2AuCI_3 + PH_3 + 3H_2O \rightarrow 2Au + H_3PO_3 + 6HCI$$

Қабаттың қалыңдығы сорбциялы қабаттағы хлорлы алтынның шоғырына байланысты. Осылайша, 10 г/л-ден 150 г/л-ге дейінгі аралықтағы шоғырда қабаттың қалыңдығы 0,3 мкм-ден 0,5 мкм-ге дейін құрайды. Қабаттың қалыңдығы ұлғайту үшін үрдісті қайта қайталауға болады. Алтын қабаттары қапталған әртүрлі материалдардың үлгілері 1-суретте келтірілген.

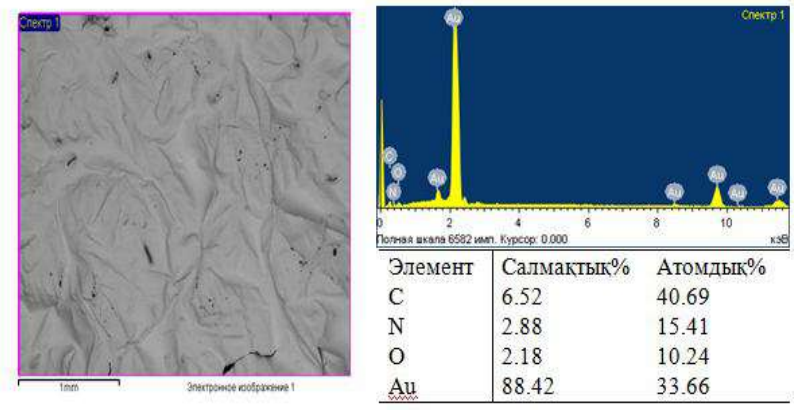


1-сурет. Алтын қабықшаларымен қапталған әртүрлі бұйымдардың үлгілері:
а- алтынмен қапталған мақта-қағаз мата; ә алтынмен қапталған полихлорвинил;
б- алтын-мыс қаптауымен қапталған мақта-қағаз мата; в-алтын-алмаз қаптауымен қапталған полистирол.

1-мысал. Фосфин газды алдын-ала мырыш фосфидін 10 % күкірт қышқылымен өңдеу арқылы алдық. Алынған фосфин газды қолдануға дейін хлорвинилді ыдыста сақтадық.

Мақта-қағаз матасынан жасалған үлгіні (1а сурет) 3 минут уақытқа 100 г/л шоғырдағы $AuCI_3$ ерітіндісіне батырдық. Кейіннен қағып-соқтыру арқылы хлорлы алтын ерітіндісінің артық мөлшерін жойдық. Осынан соң, үлгіні 25^{o}C бір сағат уақыт бойы кептірдік. Ылғал үлгіні фосфин газы бар ыдыс жалғанған герметикалық камераға орналастырдық. Кейіннен фосфині бар ыдыстағы теңгерімдік ыдыс көмегімен артық қысымды жасап отырдық (5 см су бағанасы бойынша). Хлорлы алтынның фосфинмен әрекеттесу нәтижесінде камерада вакуум түзіледі, және фосфиннің бір бөлімі ыдыстан камераға өтеді. Осы реакция аяқталғаннан кейін фосфині бар ыдыс орналасқан камерадағы қысым қалыпқа келді, теңгерімдік ыдыстағы су деңгейі өзгерген жоқ. Әдетте, реакцияны жүргізуге қажетті уақыт 5-10 минут құрайтын. Үлгіні қалдық заттардан тазаладық және ауада кептірдік. 1а суретте көрсетілгендей үлгінің беткі қабатында алтынға тән сары түстес біріңғай қабат түзілді.

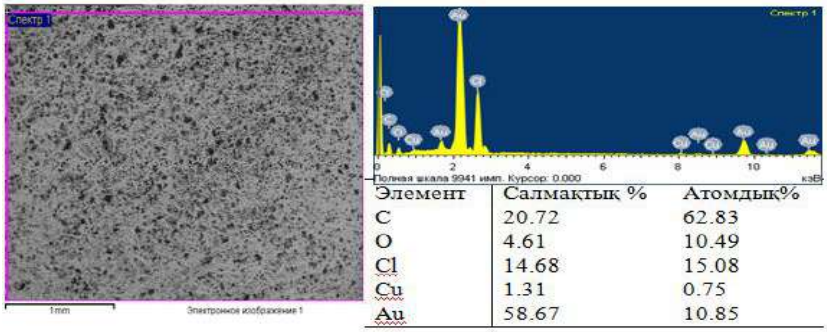
Әртүрлі үлгілердің құрылымы мен құрамын зерттеу ISM-6490-LV (JEOL, Жапония) электронда микроскобында орындалды. Қабат қалыңдығының аздығынан спектерлерде материал негізін құраушы элементтердің шыңдары көрінеді. Бұл элементтердің пайыздық құрамы алтын қабаты қалыңдығына байланысты өзгеріп отырады. Алынған қабаттардың құрамдарын талдауда бұл спектерлер ескерілмеді. Егер ағымдағы матаның құрамына кіруші көміртегі, азот және оттегі спектерлерін есепке алмағанда, мақта-қағаз матасының құрамын талдауда оның толық алтыннан құралатындығы байқалды (2-сурет).



Элемент	Салмақтық%	Атомдық%
C	6.52	40.69
N	2.88	15.41
O	2.18	10.24
Au	88.42	33.66

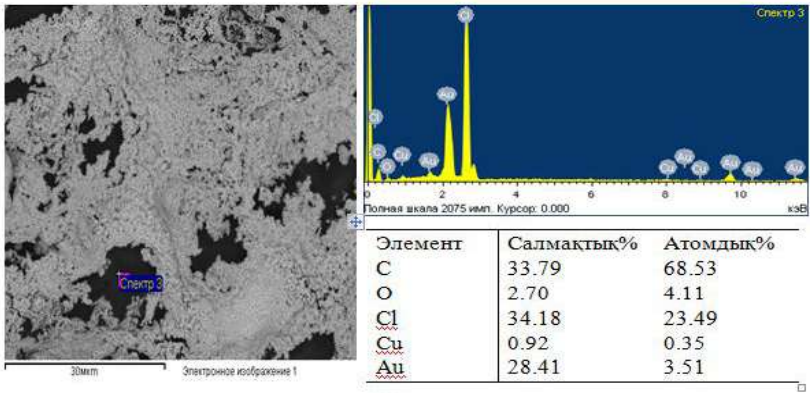
2-сурет. Мақта-қағаз матасындағы алтын қабықшаларының элементтік құрамы және спектрі

2-мысал. Ағымдағы үлгі кеуекті полихлорвинил (1ә сурет). Тәжірибені жүргізудің қалған үрдістері 1-мысалдағыдай. Алынған қабат та таза алтыннан құралады (3-сурет).



3-сурет. Кеуекті полихлорвинил үлгісінің бетіндегі алтын қабықшаларының элементтік құрамы және спектрі

Қара түсті аймақтар кеуектерге тән келеді. Осы аймақтардың спектерлерінде (4-сурет) алтын қабаттарының тұнғандығын байқауға болады.

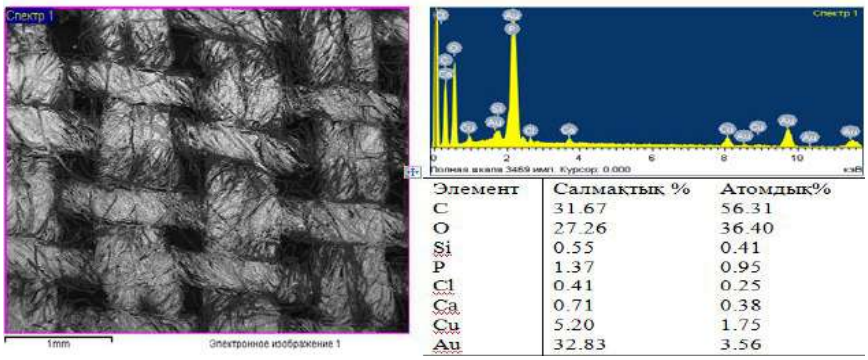


4-сурет. Полихлорвинил үлгісінің қуыстарындағы алтын қабықшаларының элементтік құрамы және спектрі

3-мысал. Мата бетіне сорбциялық қабатты түзуге арналған электролит ерітіндісіне (артикул: AA010278, 1б-сурет) қосымша түрде екі валентті мыстың хлориді қосылды. Тәжірибені жүргізудің қалған үрдістері 1-мысалдағыдай. Алғашқы бес элементтер (C, O, Si, CI, Ca)- мата құрамына кіруші элементтер. Осыған орай, алынған қабаттың құрамында алтыннан басқа мыс және фосфор бар екендігін көрсетеді (5-сурет). Мыс фосфидінің түзілу реакциясы :

$$6\ CuSO_4+3PH_3+3H_2O\rightarrow 2Cu_3P+6H_2SO_4+H_3PO_3$$

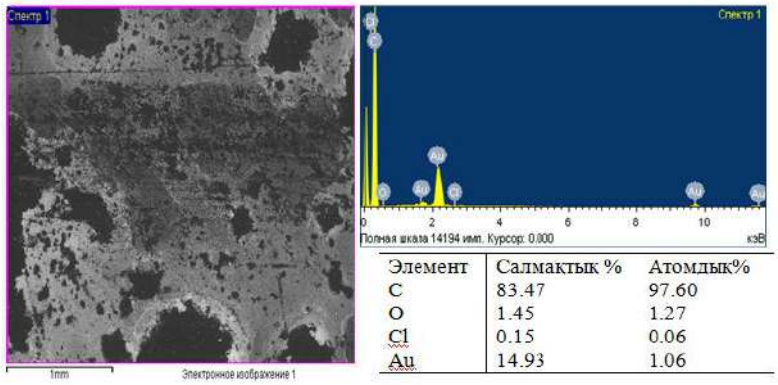
Осылайша, мыс және фосфор атомдары алтын иондарының контактілі тотықсызданuуына қатысуы мүмкін, бұл өз кезегінде қабаттың сандық құрамына әсерін тигізеді.



5-сурет. Алтын қабықшаларының мыспен бірге тұндырылуының элементтік құрамы және спектрі

Әдетте бұл қоспалар композициялық алтынқұрамдас қаптамананың механикалық қасиеттерінің жақсаруына ықпал етеді.

4-мысал. Ағымдағы үлгі – полистиролдан жасалған жалпақ пластина (1 в сурет). Хлорлы алтынның сорбциялық қабатын жасағаннан соң ылғалды пластинаның беткі қабатына қысылған ауамен синтетикалық алмаздың бөлшектері шашыратылды. Тәжірибені жүргізудің қалған үрдістері 1-мысалдағыдай. Зерттелуші материалдың (6-сурет) түзілуші беткі қабатында алтын қаптамаларымен алмаз бөлшектері бекітіліп отырады. Беткі қабаттың құрамындағы көміртегі мөлшері 83,47% құрайды. Полимерлі пластинаға жататын көміртегі көлемін азайтқаннан соң (79,22%) қабаттағы алмаздың құрамы 4,25% құрайды. Осы алмаз бөлшектеріне қосымша алтын қабатын қаптаса алтын-алмазды қаптама алуға болады.



Элемент	Салмақтық %	Атомдық%
C	83.47	97.60
O	1.45	1.27
Cl	0.15	0.06
Au	14.93	1.06

6-сурет. Алтын құрамында алмаз бөлшектерімен шаңдандырылған қабықшалырының элементтік құрамы және спектрі

Осылайша, ұсынылып отырған әдіс бойынша әртүрлі материалдардың бетіне берік 0,3 нм – 0,5 мкм-ге дейінгі алтын қаптамаларды алуға болады.

Алтынқұрамдас қоспаның ерітіндісін қаптауда химиялық алтындырылуы бар әртүрлі материалдардың бетіне металды алтынды қаптау үрдісіне сай құрамында 10-150 г/л хлорлы алтыны ($AuCI_3$) бар сорбциялық ерітіндіге батыру арқылы жүзеге асырады, ал алтынның тотықсыздану үрдісін бөлме температурасында газтәрізді фосфинмен жүргізеді. Сорбциялық ерітіндіде қосымша екі валентті мыс хлориді бар. Ылғал материалдың бетіне сорбциялық ерітіндіге батырғаннан кейін, қысылған ауаның көмегімен синтетикалық алмаз бөлшектерін шашыратады. Бұйым материалы ретінде мақта-қағаз матасы, полихлорвинил, полистирол қолданылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Daniel M.-C., Astruc D. // Gold Nanoparticles: Assembly, Supramolecular Chemistry, Quantum-Size-Related Properties, and Applications toward Biology, Catalysis, and Nanotechnology. Chem. Rev. 2004. V. 104 (1). P. 293–346.

[2] Шалкаускас М.И., Вашкялис А.Ю. Химическая металлизация пластмасс. – Л.: Химия, 2000. – С.144.

[3] Лиакумович А.Г., Фридман Б.С., Зильберман А.Б., Гусева М.С. Современное состояние химико-гальванической металлизации пластических масс (обзор) // Пластические массы. – 1989. – Vol.2. – P.40–43.

[4]Синдеев Ю.Г. Гальванические покрытия. – М.: Феникс, 2000. – С.251.

[5]Satayev M., Koshkarbeyeva Sh., Tukibayeva A., Tuleshova E. Obtaining of decorative coatings of the «crystallite» type on metallic and nonmetallic surface // Asian Journal of Chemistry – 2013. – Vol.25. P.10301-10304.

[6] Ван Везер. Фосфор и его соединения. – М: ИЛ, 1962. – 687с.

Абдуразова П.А., Сатаев М.С., Кошкарбаева Ш.Т.

Способ нанесения металлического золота на поверхности диэлектрических изделий

Резюме. В статье приведен способ нанесения пленок золота на поверхности различных материалов. Согласно процессу нанесения на поверхности различных материалов покрываемого изделия сорбционного слоя раствора хлорного золота, осуществляется путем погружения в раствор, содержащий 10-150 г/л $AuCI_3$, а процесс восстановления золота ведут при комнатной температуре газообразным фосфином.

Ключевые слова: хлопчатобумажная ткань, полихлорвинил, полистирол, пленки золота, фосфид меди, фосфид золота, газообразный фосфин.

Abdurazova P.A., Sataev M.S., Koshkarbaeva Sh.T.

Method of application of gold metal on the dielectric surface products

Summary. The article presents a method of applying gold films on surfaces of various materials. According to the process of application to surfaces of various materials coated articles sorption layer of gold chloride solution is carried out by dipping into a solution containing 10-150 g / l $AuCI_3$, a gold recovery process is carried out at room temperature with gaseous phosphine.

Key words: cotton cloth, polyvinyl chloride, polystyrene, gold film, copper phosphide phosphide gold, phosphine gas.

UDC 66.0:546.791

S. Shoyman, A. Bolysbek
(M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan, simbat93j@mail.ru)

ABOUT IMPORTANCE OF THE USE OF MICROFERTILIZERS

Summary. In the article provides an overview of contemporary information about the importance of the application of fertilizer with microelements, were analyzed and agrochemical physiological role, their direct participation in the formation of the harvest, biological features when choosing microfertilizers. Discussion information on the need for micronutrient fertilizers in agriculture.

Key words: chemicals, micro fertilizers, micronutrients, chelates, mineral fertilizers.

Optimization of plant nutrition, improving the efficiency of fertilizer application largely related to ensuring the optimum ratio in the soil macro- and microelements. In addition, it is not only important for the growth of the crop, but also improve the quality of crops and livestock products. It should also take into consider the fact that the new high-yield varieties have an intense metabolism, which requires sufficient provision of all nutrients, including trace elements. The cultivation of crops for intensive technologies they need for micronutrients is increased, and thus change the coefficients of the use of macro-fertilizer plants. However, the mobility of trace elements, and hence their intake plants are greatly affected by the properties of the soil, the use of organic and mineral fertilizers.

The need for micronutrient fertilizers also increases due to the increasing use of highly concentrated macro-fertilizers that are purification and contain almost no trace of impurities. In addition, the introduction of high doses of nitrogen, phosphorus and potassium ionic equilibrium shifts often soil solution towards unfavorable micronutrient absorption by plants.

Microelements calling chemical elements, necessary for normal vital functions of plants and animals, and plants and animals used in trace amounts as compared to the basic components of food. However, the biological role of trace elements is high. The most important of them - Fe, Cu, Zn, Mn, Co, Mo, W. Disadvantage micronutrients in the soil, being the reason of decrease in speed and coherence of processes responsible for development of the organism can cause plant diseases and even cause death. Each crop from the soil takes a certain amount of minerals, which cannot be replacing by other materials - their lack of need to fill with regard to the shape in which they will be in the soil. Plants can absorb trace elements in water-soluble form (mobile forms of trace elements and biologically active).

Micronutrients are taking a direct part in the formation of the crop; determine its quality and quantity. It is manifesting through:

* The synthesis of enzymes that allow more intensive use of energy, water and nutrition (NPK) and, respectively, to obtain a higher yield;

* Strengthening of regenerative activity of tissues and plant disease obstacle;

* Increase immunity of plants (with a deficiency of micronutrients in plants there is a state of physiological depression and general susceptibility to disease);

* The acceleration of a number of biochemical reactions (combined influence of micronutrients significantly enhances their catalytic properties);

* In some cases only micronutrient compositions may restore the normal development of the plant, which ultimately leads to a significant increase in quality indicators.

The optimum for plants is the simultaneous flow of macro-and micronutrients. The need for essential micronutrients plants suffer from during the growing season. Micronutrients in the biologically active form currently have no equal when foliar application, which is particularly effective when used in conjunction

with the macro elements. For maximum effect, trace elements are made in strictly defined standards, in the most optimal terms (using effective methods of their application).

Agrochemical and versatile physiological role of microelements. They improve the metabolism in plants, eliminating its functional disorders and facilitate the normal course of physiological and biochemical processes that affect chlorophyll synthesis processes and increase the rate of photosynthesis. Under the influence of microelements increases the resistance of plants to fungal and bacterial diseases, such adverse environmental conditions. As a lack of moisture in the soil, low or high temperature, and heavy of wintering conditions, etc.

Different crops vary different needs of individual micronutrients.

The practice has shown that of microelements mineral salts are inferior in their effectiveness chelates of microelements. It was established that complexonates (chelates) of microelements in doses 2-10 times smaller than mineral salts (equivalent for microelement), providing equal increments yields of major crops.

The main forms of boron fertilizers are boric acid (17.3%) and its sodium salt - borax (11%), boron-magnesium fertilizer (not less than 2.3%). Also, as an additive used in many boron fertilizers - boron-superphosphate (0.2% water-soluble boron), double superphosphate with addition of boron (0.4%). Boric acid and borax using for pre-seeding treatment of seed and foliar feedings.

As molybdenum, fertilizers used molybdenum-acidic ammonium, molybdate ammonium (52% molybdenum); a powder containing molybdenum (14.5-16.5%); simple and double superphosphate (0.1-0.2%). As a rule, they using for pre-seeding treatment of seed, for foliar feedings or bring in rows at sowing.

As manganese fertilizer use manganese sulphate (manganese 21-22%), manganese granulated superphosphate enriched with a manganese content of 1.5-2%; waste manganese mining industry. Manganese sulphate is a soluble salt and using for pre-seeding treatment (soaking or dustable) seed and foliar application.

The copper sulfate ($CuSO_4$-$5H_2O$) is mainly using as a copper fertilizer containing 23-25% Cu. It can be using for foliar application and for pre-plant soaking seeds. To feed dissolve 250-500 g of copper sulfate in 300-500 liters of water.

As the zinc fertilizer used zinc sulfate ($ZnSO_4$-$7H_2O$), containing 21-23% Zn, Zinc-superphosphate, (0.1% Zn). $ZnSO_4$ used for foliar application and pre-treatment of seeds.

The use of these micronutrients is relatively inexpensive, but it has serious drawbacks:

* Microelements in the form of salts - slightly soluble, they are difficult to reach to plants and are effective only in soils with a slightly acidic and acidic environment;

* The use of salt can lead to toxic effects on plants and soil contamination by-hazardous substances;

* happening salting soils different anions and cations (Na, CI).

* mixing different salts of the interaction leads to the formation of insoluble compounds and unavailable to plants.

Nowadays humates (weak natural chelates) is preparing by treating the raw material (brown coal or peat) alkaline solutions at elevated temperatures and isolating the product from the solution. Typically, the humic preparations containing 60-65% humates and seven basic of microelements (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Co, C) in the form of complexes with humic acids. They may contain vitamins and microelements. Is well soluble.

Apply the humic preparations, usually three times for the season: in the period of budding, fruit ovary and their pouring. Humus also translates micronutrients in the form of soluble humic complexes. Humic preparations enrich the soil with those substances, which can capture metal ions in the soil and fertilizers. However, the concentration of microelements in humic preparations does not allow considering them as sufficiently serious source of micronutrients.

Apply the fertilizer this group because they:

* Contribute to the enhanced supply of nutrients (NPK);

* Intensifying metabolic processes in the plant cell, thereby stimulating growth;

* Protect the plant from heavy metals and toxic substances (translate them into less toxic form);

* To hold itself and micronutrient requirements given by ions of Ca and Mg;

* Stimulate the development of soil microorganisms that promotes intensive recovery of humus in soils and composts.

Particularly, we will not dwell on this group, because, in fact, these fertilizers - organic and micronutrients in them, of course, contain, as well as in manure, but their main purpose - not fertilizing micronutrients.

Complex fertilizers of prolonged action

Fertilizers representing poorly water-soluble granules are capable of sustained metered feeding of plants due to the slow process of dissolution in the soil.

This group also includes fertilizers frit (sintering product is mineral glass salts).

Among the many modern products for plant nutrition are of great interest capsulated fertilizers of long action. Nutrients are collected in pellets covered special permeable membrane, through which they are exposed to water and heat, gradually enter the soil.

The capsule coating with a semipermeable membrane contains mineral elements - N, P, K, Mg, Fe, V, Cu, Zn, Mn, Mo ratio required for the plant. After making the soil water penetrates into the capsule, gradually dissolves the mineral salts.

There are also processed phosphorus-magnesium fertilizer (PPMF). They contain in their composition P, Mg, Si, Ca and not only satisfy the needs of plants in some minerals, but also neutralize acidic soils.

As a rule this group of fertilizers are used in landscape design, decorative landscaped (lawns and so on. N.).

However, the use of prolonged action micro fertilizers interfaced to a number of difficulties, such as:

* Loss due to leaching;
* Different cultures needs in the rotation;
* The rate of dissolution of uncertainty.

Besides the fact that our market products of this group are practically not represented, the very topic of micro fertilizers prolonged action as an instrument of Agronomy, it requires serious research.

The greatest attention is attracted practitioners micro fertilizers, synthetic and natural organic acids. Get them by connecting the metal cations (micronutrients) with molecules of organic acids (chelates) with the formation of stable compounds - chelates (from the Greek «chele» -chela).

These high-complex compounds soluble in water, completely absorbed by plants, non-toxic.

Figuratively speaking, the organic molecule as it captures the metal in the "chela", the cell membrane recognizes the complex as a substance akin to biological structures, then the plant absorbs the metal ion, and the chelate disintegrates into simpler substances.

In the production of micro fertilizers used a number of different organic acids. In our market, the vast majority of drugs basing on two of them - EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid) and OEDF (Oxyethylidenbiphosphone Acid).

EDTA - based on it produce chelates that can be used on soils with a pH of less than 8, and for each element of stable compounds are only formed under certain pH values (e.g., iron complex with EDTA is effective in combating chlorosis only moderately acidic soils; in an alkaline environment, it is not stable). We note several characteristics of EDTA:

* Complexes with molybdenum relatively low-strength, decompose in an alkaline environment. With boron complexes are not formed;
* Subject to hydrolysis;
* Chelate Ca and Mg based EDTA soluble;
* EDTA unstable to the action of soil microorganisms;
* Exhibits antiviral activity.

Mainly EDTA using Western manufacturers, primarily due to its relatively low cost.

It can be judged by the results of field trials with the greatest accuracy on the need for micronutrients in specific soil and climatic conditions. Higher efficacy of micronutrients are usually observed in well-to-plant main nutrients - nitrogen, phosphorus and potassium.

At the same time, making the necessary microelements significantly increases the effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers. When you make the best use of microelements is provided nutrients by plants from the soil and fertilizers.

The needs of agriculture in the micronutrient fertilizers will be covered in the future largely due to the production of enriched with micronutrients basic forms unilateral and complex mineral macro fertilizers. The economic assessment shows their high efficiency.

Differentiated, taking into account the security needs of the soil and crops, the use of micronutrients should be an integral element chemicals used in agriculture, which allows to increase the production of high-quality crop and livestock production.

REFERENCES
[1] Alekseenko V.A. Environmental geochemistry. Moscow, Logos, 2000, 213 p.
[2] Churum X.D. Microelements in rice growing. Moscow, MSU Publishing, 2001, 171 p.
[3] Anspok P.I. Micro-fertilizers. Reference book. Leningrad, 1990, 272 p.

Шойман С., Болысбек А.

About importance of the use of microfertilizers

Түйіндеме. Мақалада микроэлементтері бар тыңайтқыштардың қолданудың маңыздылығы туралы қазіргі заманғы ақпараттар шолуы келтірілген, тыңайтқыштардың агрохимиялық және физиологиялық ролі, олардың егіннің өсуіне тікелей қатысуы, микротыңайтқыштарды таңдағандағы олардың биологиялық ерекшеліктері талданды. Ауылшаруашылығындағы микроэлементтерге деген қажеттілік туралы ақпараттар қаралды.

Кілт сөздер: химиялық заттар, микротыңайтқыштар, микроэлементтер, хелаттар, минералды тыңайтқыштар.

Шойман С., Болысбек А.

About importance of the use of microfertilizers

Резюме. В статье приведен обзор современных сведений о важности применении удобрений с микроэлементами, проанализированы агрохимическая и физиологическая роль, их непосредственное участие в формировании урожая, биологические особенности при выборе микроудобрений. Рассмотрены сведения о потребности в микроудобрениях в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: химические вещества, микроудобрения, микроэлементы, хелаты, минеральные удобрения.

УДК 663.4

Д.Е. Жакупова, Р. Адырбайкызы
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан dana080391@gmail.com)

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИВОГО ПИВА

Аннотация. Данная статья посвящена по изготовлению живого пива в лабораторных условиях. Статья содержит данные о культурах в присутсвующих в живом пиве

Ключевые слова. Beermachine (мини пивоварня), дображивание, дрожжи, затирание, карбонизация, SafaleAmerican, Saccharomyces cerevisiae, S. carlsbergensis и S. uvarum.

В процессе производства пива, для сбраживания солода, к суслу добавляют пивные дрожжи, которые перерабатывают сусло, выделяя при этом спирт и углекислоту. После окончания процесса брожения, пивные дрожжи оседают на дно и их собирают для последующего использования, однако в пиве остается еще достаточное количество живых клеток дрожжей, которые придают пиву небольшую благородную мутноватость, а также особый вкус и аромат. Именно по причине наличия в пиве живых клеток пивных дрожжей, его и называют "живым". У "живого" пива есть один недостаток - короткий срок хранения. За пределами завода живое пиво может храниться не больше 10 дней. Причина в следующем: на заводе пиво хранится при температуре 1-2 ºС, при этом жизнедеятельность пивных дрожжей приостанавливается. Когда пиво попадает за пределы завода, его температура постепенно повышается и пивные дрожжи вновь "оживают". Короткий срок хранения и реализации "живого" пива не устраивает крупных производителей, поэтому они применяют фильтрацию и пастеризацию пива, а также добавляют в пиво консерванты и стабилизаторы. Все эти манипуляции с пивом продлевают срок его хранения до 1 года, но существенно ухудшают вкус и качество, а также сводят к нулю его полезные свойства.

Лабораторный эксперимент (расчет на объем сусла после варки 6,3л)

ЗАСЫПЬ: 130г ржаных хлопьев + 195г не соложенной, поджаренной ржи + 325г пшеничного светлого солода + 650г солода богемия пилснер.

ВОДА: HCO3 = 80-120; Ca = 20-40; SO4 = 40-80; Na = 20-30; Cl = 20-30; Mg = 5-15 + лимонная кислота в заторную воду.

ЗАТИРАНИЕ: 30С на 30 минут + доливом кипятка повышаю до 15С на 15 минут + декокция, 5С на 40 минут.
КИПЯЧЕНИЕ: 80 минут.
ХМЕЛЬ: Перле (7,2%АА, гранулированный) 7г за 30 минут + Перле (10%АА, гранулированный) 7г за 15 минут до конца варки.
ДРОЖЖИ : *SafaleAmerican, Saccharomyces cerevisiae, S. carlsbergensis u S. uvarum*
БРОЖЕНИЕ: от 2х недель.
РОЗЛИВ: 2,7 CO2 (средне-высокая карбонизация), выдержка в бутылках от 30 суток.
Параметры партии:
11,2% НП; 33,1 IBU; 4,7% Alc; 4 SRM



Рис. 1. Нефильтрованное живое пиво

Внешность/Пена : идеально прозрачное, золотисто желтое, с блеском – красивое пиво. Пена обильная, белая, среднезернистая и довольно стойкая.
Аромат : привлекательный, с довольно красочными эфирами американских дрожжей – мягкие, сладкие ноты тропических фруктов, легкая ассоциация с банановой жвачкой. Так же присутствуют пряные тона, и намек на печенье с глазурью спустя минут 10 проявляются душистые травы и пряности.
Вкус : резковатый и в то же время мягкий, свежий, чуть пряный. Горечь хмеля ощущается довольно сильно, воспринимается немного терпкой, и как бы травянистой. Довольно мощная и сухая – уклон пива в горечь, есть совсем немного солодово/зерновой сладости. Острый, специфический вкус.
Текстура: хорошо держит CO2 на протяжении всей дегустации, шипучесть довольно сильная, но мягкая. Сухость. Немного вяжет кончик языка. Гладкое. Тело чуть выше среднего.
Вывод : Приглушенная но сильная хмелевая горечь, осушающая, немного пряная. Отсутствует липкое послевкусие – оставляет ощущение свежести.

Однако производство живого пива не всегда выгодно производителям поскольку такое пиво не может храниться долго и способно в короткие сроки приходить в негодность. Это послужило тому, что производители придумали такие способы увеличения срока хранения пива, как пастеризация, консервация, фильтрация и многое другое.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Баварское пиво. Альбом-путеводитель: Александр Петроченков — Москва, Издательство Антона Жигу, 2008 г.- 160 с.
[2] Все лучшее. Пиво: Под редакцией Тима Хемпсона — Санкт-Петербург, Астрель, АСТ, 2011 г.- 352 с.
[3] Лучшее пиво мира: Бен Макфарланд — Санкт-Петербург, Арт-Родник, 2011 г.- 288 с.
[4] Пиво. Атлас мира: Тим Уэбб, Стивен Бомон — Санкт-Петербург, Эксмо, BBPG, 2012 г.- 320 с.
[5] Технология отрасли (Производство растительных масел): Л. А. Мхитарьянц, Е. П. Корнена, Е. В. Мартовщук, С. К. Мустафае — Москва, ГИОРД, 2009 г.- 352 с.
[6] Экспорт (пиво): Джесси Рассел — Москва, Книга по Требованию, 2013 г.- 107 с.

Жақыпова Д.Е., Адырбайқызы Р.

Тірі сыраны дайындау технологиясы

Түйіндеме: Бұл мақала лабораториялық жағдайда тірі сыраны дайындау технологиясы туралы. Бұл мақалада тірі сыра құрамында кездесетін микроорганиздердің кездесетін жайлы ақпаратты қамтиды.

Түйін сөздер: Beermachine (мини пивоварня), дображивание, дрожжи, затирание, карбонизация, *SafaleAmerican, Saccharomyces cerevisiae, S. carlsbergensis u S. Uvarum*

Zhakupova D.E., Adyrbaykyzy.A

The technology of fresh beer

Summary. This article is dedicated for live beer manufacture in the laboratory. This article contains information about cultures in front of a live beer

Key words: Beermachine (mini brewery), secondary fermentation, yeast, mashing, carbonation, SafaleAmerican, Saccharomyces cerevisiae, S. carlsbergensis and S. uvarum

А. А. Иманкулова, Н.И. Кордакова
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, imanlulova.1992@mail.ru)

МЕТОДЫ ИНДИКАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Аннотация: В данной статьепроведен сравнительный анализ актуальных методовопределения содержания тяжелых металлов в сточных водах. Отмечено преимущество биологическогометода, а именнобиоиндикации ионов тяжелых металлов в сточных водах.

Ключевые слова: Биотехнология, тяжелые металлы,биоиндикация, атомно-абсорбционная спектрометрия, сточные воды.

Сточные воды, содержащие тяжелые металлы (промышленные сточные воды), образуются в автомобильной и химической промышленности, при производстве гальванических элементов и обработке металлических поверхностей, в электронной промышленности, в типографиях, в кожевенном производстве и других. Они представляют большую опасность для окружающей среды и для человека[1].

Проблема определения содержания тяжелых металлов в сточных водах сейчас особенно актуальна.

В настоящее время определение содержания тяжелых металлов в сточных водах осуществляют химическими, физическими, электрохимическими методами, которые являются дорогостоящими и не всегда обеспечивают высокую степень точности.

В процессе исследования был проведен сравнительный анализ наиболее актуальных и перспективных методов определения содержания тяжелых металлов в сточных водах – метода атомно-абсорбционной спектрометрии и метода микробиологической индикации.

Атомно-абсорбционный анализ (атомно-абсорбционная спектрометрия), метод количественного элементного анализа по атомным спектрам поглощения (абсорбции) (рисунок 1).

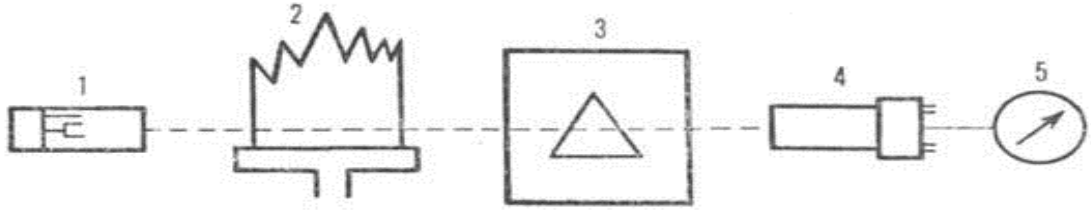


Рис. 1. Принципиальная схема пламенного атомно-абсорбционного спектрометра:
1-источник излучения; 2-пламя; 3-монохроматор;
4-фотоумножитель; 5-регистрирующий или показывающий прибор.

Содержание тяжелых металлов в поверхностной воде определяется при длине волны Pb-217,0 нм , Cd-228,8 нм, Cu-324,8нм, Zn-213,9 в атомно- абсорбционном режиме с использованием спектральных ламп на атомно- абсорбционном спектрофотометре. Степень загрязнения тяжелыми металлами оценивается путем сопоставления полученных результатов с предельно допустимыми концентрациями тяжелых металлов в поверхностных водах согласно нормативам предельно допустимых концентраций вредных веществ в РК[2].

Микробиологический метод индикации тяжелых металлов.

Биондикация представляет собой метод обнаружения и оценки воздействия абиотических и биотических факторов на живые организмы при помощи биологических систем. В качестве биоиндикаторов выступают отдельные таксоны, экологические группировки.

Основной задачей биоиндикации является диагностика ранних нарушений в наиболее чувствительных компонентах биотических сообществ [3].

Микроорганизмы в качестве биоиндикаторов быстро реагируют на изменения окружающей среды. Их развитие и активность находятся в прямой зависимости с составом органических и неорганических веществ среды. На этом основаны принципы биоиндикации с использованием микроорганизмов.

Взаимодействие микроорганизмов с тяжелыми металлами зависит от условий окружающей среды, свойств самого металла или его соединений, их миграционных, сорбционных характеристик, комплексообразующей способности, токсичности и т.д.

В избыточных концентрациях металлы способны подавлять жизнедеятельность микроорганизмов: они блокируют ферментные системы, разрушают целостность клеточных стенок, смещают сбалансированные процессы метаболизма и т.д.

Микробиологический метод помогает диагностировать негативные изменения в природной среде при низких концентрациях загрязняющих веществ. При этом используемые виды-биоиндикаторы должны удовлетворять следующим требованиям:

- давать возможность проводить прямые анализы без предварительного концентрирования проб;
- они должны иметь четко выраженную количественную и качественную реакцию на отклонение свойств среды обитания от экологической нормы;
- биология данных видов-индикаторов должна быть хорошо изучена;
- микроорганизмы должны иметь короткий период онтогенеза, чтобы была возможность отслеживания влияния фактора на последующие поколения [4].

Ответная реакция биоиндикатора на определенное физическое или химическое воздействие должна быть четко выражена, т.е. специфична, легко регистрироваться визуально или с помощью приборов [5].

Метод последовательных разведений используется для определения минимальных подавляющих концентраций солей тяжёлых металлов в сточных водах на рост исследуемых микроорганизмов. Учёт результатов проводится визуально, при этом отмечается наличие роста (при сравнении с контролем роста микроорганизма) или его отсутствие (при сравнении с контролем среды).

Метод определения выживаемости микроорганизмов-индикаторов на твердой питательной среде, содержащей различные соли тяжелых металлов, является вполне доступным и дешевым и может быть рекомендован для практического применения в тест-системах. Достаточно приготовить питательную среду, содержащую аликвотысточных вод или воды из исследуемых рек и озер, и проверить выживаемость на них микроорганизмов, чтобы установить наличие в воде тяжелых металлов. Предварительные результаты можно будет получить уже на следующий день.

Преимуществом методабиоиндикации перед физико-химическими методами(атомно-абсорбционная спектрометрия) является интегральный характер ответных реакций организмов, которые:

- выявляют наличие в сточных водах комплекса загрязнителей;
- в условиях хронической антропогенной нагрузки биоиндикаторы могут реагировать на очень малые концентрации в силу аккумуляции дозы.

Методы биоиндикации являются наиболее доступными и дешевыми.

Особую значимость имеет то обстоятельство, что биоиндикаторы отражают степень опасности соответствующего состояния окружающей среды для всех живых организмов, в том числе и для человека.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Хотунцев Ю. Л. Экология и экологическая безопасность: Учеб.пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений. - 2-е изд. перераб. - М.: Издательский центр "Академия", 2004. - 480 с.

[2] Васильченко О.В. Гидроэкология: особенности оценки качества вод // Инженерная экология.- 2003. -№ 3.- С.2-25.

[3] Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. - Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. - 463 с.

[4] Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева; под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 288 с.

[5] Полетаев П.И., Швецов М.М. Рациональное природопользование и охрана окружающей среды / П.И Полетаев. - М.: Знание, 1982. - 64 с.

Иманкулова А.А., Кордакова Н.И.

Ауыр металдардың индикация тәсілі.

Түйіндеме. Бұл мақалада құбыр су құрамында кездесетін ауыр металдардың салыстырмалы анализі көрсетілген. Биологиялық әдістің артықшылықтары ескерілеген, дәлірек айтқанда құбыр суларында кездесетін ауыр металдардың биоиндикациясы жайлы.

Түйін сөздер. Биотехнология, ауыр металдар, биоиндикация,атомдық – абсорбционды спектрометрия, құбыр су.

Imankulova A. A., Kordakova N. I.

Indication methods of heavy metals.

Abstract: This article is devoted to a comparative analysis of current methods for the determination of heavy metals in waste water. The advantages of the biological method, namely bioindication of heavy metal ions in wastewater.

Key words: Biotechnology, heavy metals, bioindication, atomic absorption spectrometry, sewage.

ӘОЖ 681.586.72: 531.787

[1]Қ.Ә. Өжікенов, [2]П.Г. Михайлов, [1]Ж.К. Күшегенова, [1]М.Ж. Айтимов
([1]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы, email: kushegenovazh@gmail.com
[2]Пенза мемлекеттік технологиялық университеті, Пенза, Ресей)

ФИЗИКАЛЫҚ ШАМА ДАТЧИКТЕРІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Аңдатпа. Аспап жасаудағы қазіргі замандағы өзекті мәселелердің бірі - физикалық шама датчиктерінің тұрақтылығын қамтамасыз ету. Әсіресе ол экономиканың әртүрлі саласындағы автономды өлшеу және басқарушы жүйелердің жасалуы мен дамуына байланысты өзектілігі арта түсті. Бұл нысандардың жұмыс істеуінің ұзақ мерзімділігі, датчиктердің құрастырылуы мен бөлшектенуі, аймақтық алшақтану, құпиялық және т.с.с. факторларға байланысты. Физикалық шама датчиктерінің тұрақтылығын арттыру күрделі кешенді мәселе болып табылады, оған пайдалану үрдісінде датчиктердің ақаулары мен кедергілерін ұзақ уақыттық талдау, бақылау тәртіптері мен әдістерін, жаңа технологияларды жасау, жаңа құрылымдық-технологиялық шешімдерді шешу және т.б. кіреді. Сонымен қатар жаңа құрылымдар мен технологиялар жасау басым бағыт болып табылады, себебі технологиялар және құрылымдар, түрлендірулердің дәстүрлік әдістерін қолданатын датчиктерді жетілдіру көбінесе өздерінің мүмкіндіктерін жоққа шығарды және тәжірибе жүзінде ақтамады.

Мақала физикалық шама датчиктерінің тұрақтылығын қамтамасыз етудің негізгі мәселелеріне арналған. Мұнда тек қана физикалық шама датчиктерін сынау ғана емес, сонымен қатар жаңа датчиктердің жасалынуын және бұрынырақта жасалынған датчиктердің жаңғыртылуын тездетудің жолдары қарастырылады. Акустикалық және тез ауыспалы қысым микроэлектрондық датчиктерінің өлшеу модульдерінің және сезгіш элементтері жасалды.

Тірек сөздер: физикалық-математикалық модель, микроэлектрондық датчик, сезімтал элемент, өлшеуіш модуль.

Физикалық шама датчиктерінің тұрақтылығын қамтамасыз ету мәселелерін шолып өту. Физикалық шама датчиктерінің (ФШД) тұрақтылығын қамтамасыз ету мәселесі әрқашан өлшеу техникасы мен аспап жасаудағы негізгі мәселелердің бірі болып табылатын. Олар ғарыштағы, энергетика саласындағы, құбыр желісі көліктеріндегі, маңызды нысандарды қорғаудағы, экологиядағы күрделі дербес өлшеу және басқару жүйелерін жасау және дамытуға байланысты ерекше өзектілікке ие болды. Бұл нысандардың жұмыс істеуінің ұзақ мерзімділігімен, оларға қызмет көрсету және жөңдеу мүмкіндіктерінің болмауымен, соның ішінде датчиктердің құрастырылуы мен бөлшектенуі, аймақтық алшақтық, құпиялық және т.с.с факторлармен байланысты. Себебі барлық заманауи ақпараттық-өлшеу

жүйелері төменгі деңгейдегі (үрдіс, орнату, бұйым, агрегат) тағы сол үрдістің бақылау шамаларының түрлендіргіштері – ФШД-ы бар микропроцессорлерді, контроллерлерді және компьютерлерді пайдалана отырып құрылатындықтан, жоғарыда көрсетілген салалардың көрсеткіш нысандары болып: стратегиялық нысандардың қорғау жүйесі, орбиталық кешендер, ғаламшар аралық станциялар, суэлектрстанцияларының бөгеттері, ядролық реакторлар, контейнерлік дербес метео станциялары табылады. Және егер олардың сипаттамалары уақыт бойынша тұрақты болмаса, онда үрдісті реттеуді және өлшемдерді ақпараттандыруды ешқандай бағдарламалық-аппраттық құралдармен қамтамасыз ету мүмкін болмайды. Мұның бәрі тек қаржылық шығындарға ғана емес, сонымен қатар экологиялық апаттарды (ядролық реакцияны басқара алмау, мұнай және газ құбырларындағы апаттар, суэлектрстанцияларындағы бөгеттердің бұзылуы және т.б.) тудыруы мүмкін. ФШД тұрақтылығын арттыру күрделі кешенді мәселе болып табылады, оған пайдалану үрдісінде датчиктердің ақаулары мен кедергілерін ұзақ уақыттық талдау, бақылау тәртіптері мен әдістерін, жаңа технологияларды жасау, жаңа құрылымдық-технологиялық шешімдерді шешу және т.б. кіреді. Сонымен қатар жаңа құрылымдар мен технологиялар жасау басым бағыт болып табылады, себебі технологиялар және құрылымдар, түрлендірулердің дәстүрлік әдістерін қолданатын датчиктерді жетілдіру көбінесе өздерінің мүмкіндіктерін жоққа шығарды және тәжірибе жүзінде ақтамады [1, 2].

Жасалып отырылған бұйымның тұрақтылығын қамтамасыз ету мәселесі ертелі-кеш барлық өндірушілер мен дайындаушылардың алдынан шығады, бірақ әсіресе ғарыштық –зымыран техникасы (ҒЗТ), авиация, атом энергетикасы сияқты салаларда өзекті. Бұл бірінші орында аспапқа, материалға және құрағыш бөлшектерге әсер ететін сырттан ықпал жасаушы факторларының (СЫФ) арту деңгейімен, жаңа элементтік базаға өтумен, айтарлықтай жұмыс қорын тағайындау қажеттіліктерімен байланысты.

Мысалы, жер орбитасының ғарыштық кешендерін және ғаламшарлар аралық ғарыштық аппараттарды жасау кезінде бұйымның бас конструкторлары ҒЗТ үшін өлшеу құралдарын (ӨҚ) әзілеушілерден ҒЗТ бұйымдары үшін (өте жоғары сенімділікте ондаған, жүздеген сағаттар) бұрыннан қолданылған ӨҚ-ның қорларын екі-үш есе арттыруды талап етеді. Тиісінше ӨҚ-ның жаңа буыны үшін уақыт тұрақтылығына деген талаптар артады. Атап айтқанда «Энергия-Буран» ғарыштық-зымыран кешені үшін жасалған ӨҚ –на қойылатын техникалық талаптар және негізгі СЫФ төмендегілер болды [3]:

- 253 –тен +700 ^{0}С –ға дейінгі температура мөлшері;
- жылдамдығы 5000 град/сек дейінгі термосоққылар;
- 5-тен 5000 Гц дейінгі жиілікті 1200 g дейінгі тербелістер;
- Ұзақтығы 0,5 –тен 5 мс-қа дейін 700 g дейінгі соққылық жүктеме;
- 170 дБ дейінгі акустикалық шу;
- «сутегі-оттегі» ортасындағы өрт және жарылыс қауіпсіздігі;
- кедергіге төзімділік және электрлімагниттік үйлесімділік;
- өлшеудің кең ауқымы;
- қолданудың көп реттілігі (100 ретке дейін);
- 0,99999 дейінгі механикалық сенімділікті қамтамасыз ету кезіндегі 0,99-дан 0,999-ға дейінгі сенімділік.

Бұдан басқа авиациялық және ғарыштық-зымырандық техника үшін габариттері және салмағы кіші ФШД-тер қажет, себебі олардың бір бұйымдағы, әсіресе стендтік және ұшу-конструкторлық жұмыстардағы жалпы мөлшері өте үлкен және бірнеше мыңдаған данаға жетуі мүмкін. Бұл бақылау нүктелері және бақылауды қажет ететін параметрлердің аса үлкен мөлшерімен байланысты. Сонымен, мысалы, «Буран» типті жерге қону аппаратындағы бақылау нүктелерінің жалпы саны 50000 данадан астам.

ӨҚ және әсіресе датчиктердің ұзақ мерзімді тұрақтылығына деген талаптардың күрт артуының тағы бір айтуға тұрарлық мысалы ядролық энергетикада ядролық реакторлардың жұмысын бақылауда қолданылуы.

Ядролық реактордың бүтін конструкторлық элементтерінің бүлінуімен байланысты, көбіне ФШД-ны орнату оны кейіннен демонтаждау немесе ауыстыру іс жүзінде мүмкін болмайтындай жасалады.

Инженерлік қару жарақтар, стратегиялық нысандарды қорғау жүйелері, жауынгерлік және тағы басқа кезекшілікте тұрған зымырандардың апаттық қорғау жүйелері сияқты дербес басқару жүйелерінде ФШД-ны қолдану және де қосымша тұрақтандыру датчиктерін пайдалануды талап етеді, олай

болмаған жағдайда берілетін ақпараттардың нақты болмауы себебінен едәуір материалдық және экономикалық шығындарға, экологиялық апаттарға, тіпті адам шығынына әкелуі мүмкін.

ФШД тұрақтылығын қамтамасыз ету – арадағы тәртіп мәселесі. Жасалып отырылған өнімнің тұрақтылығын қамтамасыз етумен байланысты мәселені шешумен қатар, бұл мәселенің – көп жақты, ғылымның түрлі салаларымен (материалтану, қатты дене физикасы, есептеу техникасы, жүйелік сараптама және басқада) байланыстырған түйін екенін түсінуіміз қажет. Сондықтан ФШД параметрлерін тұрақтандару мәселесін шешу үшін төмендегідей аспектілерден [4-6] тұратын жан-жақты, жүйелі тәсіл қажет:

1. Ғылыми (теориялық мәселелерді жете зерттеу, модельдеу, түрлі физикалық әсерлерді зерттеу және т.б.);

2. Технологиялық (жаңа технологиялық үрдістерді және операцияларды зерттеу және еңгізу);

3. Материал танымдық (жаңа материалдарды, сонымен бірге композиттік материалдарды дамыту және зерттеу);

4. Химиялық (уландырғыштарды, газдарды және т.б. таңдау және зерттеу);

5. Экологиялық (қалдықтарды пайдаға асыру, белсенді газдарды бейтараптандару және басқалар).

Физикалық шама датчиктерінің тұрақтылығын қамтамасыз ету ғылым мен техниканың көптеген салаларының өзекті мәселелері болып табылады. Бұл бірінші орында ақпараттық-өлшеу жүйелерінің дамуының жоғары деңгейіне және өлшеу мен басқару үрдістерінің интеллектуалдығына қарамастан, жүйенің көптеген техникалық сипаттамаларын (дәлдік, тез іске қосылу, сенімділік және басқаларын) анықтайтын бастапқы түйін – датчик болып табылатындығымен түсіндіріледі. Микропроцессорлар және заманауи бағдарламалық қамтамасыз ету құралдары негізінде жасалған жаңа интеллектуалдық ақпараттық-өлшеу жүйелерін пайдаланудың өзі тұрақты ФШД өндірісін игермей және дамытпай өлшеудің қажетті сапасын қамтамасыз ете алмайды, себебі тұрақсыз ФШД-мен бұрмаланған ақпаратты түзету мүмкін емес.

Дәстүрлік жоғары сенімділікті ФШД-ы әскери-өндірістік кешендерде қорғаныс салаларының (авиация, ғарыштық, әскери-теңіз флоты) қажеттіліктері үшін жасалып дайындалады. Мұндай ФШД-ның ерекшелігі 0,99 дейінгі жоғары сенімділік кезінде олардың басым көпшілігі шағын қызмет ету мерзіміне ие (бірнеше, ондаған сағаттар), бұл оларды пайдаланудың қатаң шарттарымен (криогендік және көтеріңкі температура, иондаушы сәулелену, жоғарғы дірілдік жүктемелер, агрессивті қоршаған орта және т.б.) байланысты. ФШД-дың мұндай қорын әдетте іске асыру ұзақтығы шағын, арнайы тапсырмаларды орындауда қамтамасыз етеді: жасанды серікті орбитаға шығару, зымыранның бастауын (старт) қамтамасыз ету, ұшақтың ұшуын басқару және басқалар.

Қорғаныс кешенінің кәсіпорындарының көпшілігінде конверсиялық бағдарламаларды іске асыру және қаруландыруды қысқарту жағдайларына байланысты ФШД дайындаушылар мен өндірушілер шұғыл арада азаматтық салаларға, бірінші орында энергетика, химиялық және мұнай өңдеуші, газ және мұнай өңдіруші өнеркәсіптеріне ауысуларына тура келді. Сонымен бірге қорғаныс саласының қажеттіліктеріне керекті бұйымды дайындау кезінде қолданылатын тәсілдерді «жоғары сенімділік кезіндегі шағын қор» жаңа «қолайлы сенімділік кезіндегі үлкен қор» тәсілдерге түбегейлі өзгерту қажет. Азаматтық өнеркәсіптер үшін жеткізілетін жаңа бұйымдарға деген қорды бірнеше есеге арттыруға тура келді. Атап айтқанда, торапты мұнай құбырларында монтаждалатын қысым датчигі үшін қорды 100 сағаттан (қолданыстағы датсиктер үшін) 50000-100000 сағатқа дейін (жаңадан жасалатындар үшін) арттыру қажет болды. Әрине, мұндай қор кезінде ФШД-дан жоғарыланған СЫФ-ын көтеру талап етілмейді, бірақ осындай ұзақ қорды қамтамасыз ету үшін көптеген құрылымды, технологияларды, сынау тәсілдерін, есептемелерді ауыстыру керек болды. Мысалға тіпті ФШД жеделдетіп сынаудың өзі уақытты ондаған есе ұтуға мүмкіндік береді, сондықтан экономикалық тұрғыдан ұзақ мерзімді қорлық сынақтар жүргізу орынсыз. Бұдан басқа жеделдетілген сынақтардың нәтижелері нақты қолданыс кезінде ФШД-ның адекватты бет алысына кепідеме бере алмайды.

Әр түрлі деректер бойынша Ресейде және шетелдерде шығарылған ФШД-ның тұрақтылық күйіне автормен жасалған талдамалы шолу келесідей нәтижелер көрсеткенін атап өту керек:

1. Өндірушілердің басым көпшілігі шамалардың уақытша тұрақтылығын көрсетпейді және жекелеген дайындаушылар мен өндірушілер ғана сандық емес тек сапалық көрсеткіштерін көрсетеді.

2. ФШД тұрақтылығын сипаттайтын терминология МЕСТ пен халықаралық стандарттарға сәйкес келмейді. Көбінесе келесі сипаттамалар қолданылады:

- метрологиялық сипаттамалардың (МС) ұзақ мерзімді тұрақтылығы;
- пайдалану кезіндегі МС-ның жоғары дәлдігі мен тұрақтылығы;
- қорға арналған МС тұрақтылығы;
- жиіліктің, температураның, қысым, діріл, радиациялық сәулелену әсерлерінің кең ауқымында пайдалану кезіндегі МС тұрақтылығы;
- шамалардың тұрақтылығының ұзақ мерзімділігіне ие.

3. Өндірушілерден олармен өндірілетін ФШД тұрақтылығы туралы ақпараттың жетіспеушілігі немесе мүлдем болмауы, шамасы, бірнеше негізгі себептермен түсіндіріледі:

- үлкен мөлшердегі уақыттық және экономикалық шығындармен байланысты ФШД-ның техникалық сипаттамасының уақытша тұрақтылығын дәлелдеу қиындықтары;
- ұзақ мерзімді болжамалы модельдерді жасайтын математикалық аппараттардың толық жетілдірілмеуі.

Тұрақтылық шамаларын тағайындау кезінде тұтынушыға не берілген уақыт интервалы арқылы, не көсетілген уақыт ауқымындағы қондырғының сипаттамасының күйі бойынша жеткілікті ақпаратты жеткізуге қабілетті математикалық және физикалық моделдерді жасау қажеттілігі туындайды. Мұндай модельдерді жасаудың қиындығы оларда ескерілетін шамалар санының өте көптігіне байланысты, сонымен бірге датчикті пайдаланудың толық мерзіміндегі уақыттың кейбір сәттеріндегі қондырғының жұмыс ережесін ескеру қажет. Сондықтан физика-математикалық модельдерді (ФММ) жасау кезінде термо соққылар, ылғалдылықтың қайта-қайта артуы және төмендеуі, агрессиялық ортаның ықпалы, температураның жоғарылауы мен төмендеуі және т.с.сияқты көптеген СЫФ-ның шектен тыс артуы орын алады. Бұл соңында ФШД-і СЫФ-ның ауыспалы мәндері (ауыспалы модельдер) бойынша жобалануына әкеледі, бірақ тәжірибе жүзінде жалпы пайдалану қорымен салыстырғанда пайдалану шарттары тек шамалы уақытқа қатысты ғана ауыспалы болады. Дегемен мұндай типті сынамалы модельдер құруға және жасауға кеткен күшті жеңілдетуге қабілетті болғанмен де, уақыттың қандай да бір мезетіндегі жүйенің немесе ФШД-нің күйін нақты алдын-ала болжауға қабілетсіз. Егер сыртқы ықпалдардың кездейсоқ әсерлері есебінен тәжірибе жүзінде мүмкін болмайтын қондырғыны пайдалану шарттарын нақты сипаттайтын болсақ, онда модель тұрақты болмайды.

ФММ кешенін жасау заттай жасалатын сынақтардың ұзақтығын айтарлықтай қысқартуымен қатар ертеректе жасалған ФШД-ні жетілдіруге және жаңаларын жасау кезеңін толығымен жеделдетеді. Сонымен бірге мұндай модельдерді жасау кезінде бірталай ақпараттық қорлар қажет болатынын ескеру керек, сондықтан ФММ жинақтау тек заманауи есептеу техникалары мен жаңа бағдарламалық қамтамасыз ету құралдарын қолданғанда ғана мүмкін. Осы мақсаттарға кететін шығындар ғылыми және экономикалық тұрғыдан ақталады, себебі халық шаруашылығының түрлі салалары үшін жоғары тұрақтылығы бар ФШД-ның толық ретін жасауға мүмкіндік береді. Осылайша ФШД-нің тұрақтылығын қамтамасыз ету мәселесі маңызды міндет болып табылады және ғылым мен техниканың түрлі салалары бойынша: материалтану, ақпараттану, механика, схемотехника, микроэлектроника, қатты дене физикасы және тағы басқалар бойынша толық бір кешенді шешімін табуды талап етеді.

Өмір тәжірибелері көрсеткендей, ФШД жекелеген сипаттамаларын жақсартуға бағытталған кейбір шаралар жалпылама тұрақтылықты жақсартудан бұрын басқа сипаттамаларды (салмақ, жөндеуге жарамдылық, сенімділік және басқалар) нашарлатады. Сондықтан ФШД-нің тұрақтылығын қамтамасыз ету мәселерін шешу кезінде ФШД жинағын төменнен басталып (атом, домен, кристалл, түйір), тұрақты және уақытша – кері байланыстарды қамтитын жоғарымен (қалыпқа келтіруші түрлендіргіш) аяқталатын жүйе ретінде қарастыратын кешенді тәсілдемелерді қолдану қажет (сурет-1). Дегенмен кері байланыстар тұрақтымен (кері түрлендіргіштер түрінде) қатар датчиктің құрылымын дайындау үрдісінде және тұрақтандырудың мақсатты түрдегі үрдістерін (терможаттығулар, жасанды қартаю және басқалар) жүргізу кезінде пайда болатын уақытша байланыста бола алады.

Бұл ұсыныс ИСО 9000-да баяндалған сапа тұжырымдамасымен дәлелденеді, оған сәйкес бұйымды дайындауға арналған техникалық тапсырмадан бастап оны пайдаға асыруға дейінгі үрдістің барлық кезеңінде сапаны ұстап тұратын және қамтамасыз ететін іс-шаралар қарастырылуы тиіс. Сондықтан ФШД-ның уақытша және шамалық тұрақтылығын қамтамасыз ету стратегиясы ФШД өмірлік кезеңінің басты белестерін сипаттайтын блок-сызба түрінде берілуі мүмкін, бұған қоса жүйенің қажетті тұрақтылық деңгейін ұстап тұруға арналған кері байланысы бар (1-сурет).



1-сурет. Микроэлектронды датчиктердің тұрақтылығын қамтамасыз ететін стратегия

Берілген блок-сызбадан көрініп тұрғандай, тұрақтылықты қамтамасыз етудің мақсатын шартты түрде келесідей өзара байланысты блоктарға бөлуге болады:

I. ФШД-ін тұрақтандыру және басқару теориясының мәселелерін талдау;

II. ЭФХ реттеу және тұрақтандыру құралдары мен тәсілдерін зерттеу және жасау;

III. Микромеханикалық құрылымды жасау және оңтайландыру, олардың тиімділігін зерттеу;

IV. Микромеханикалық технологиялар мен операцияларды дайындау және зерттеу;

V. Диагностика, жеделдетілген сынақтар және технологиялық машықтануларды енгізу;

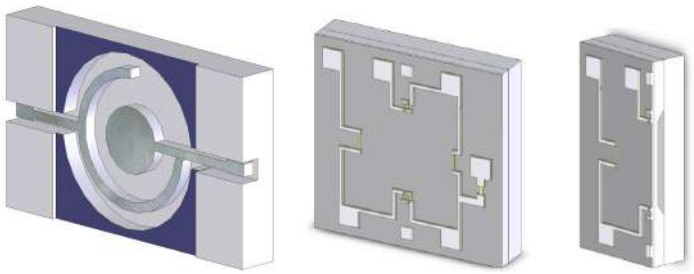
VI. Шамалық тұрақтылықты, жасампаздықты, Д қалпына келтірілуіне, жұмыс істеуін жобалауларға зерттеу;

Бастапқы, теориялық блоктын негізін қалаушы құраушылар ретінде келесі міндеттер жатады [7-9]:

1. ФШД тұрақтылығы мен орнықтылығына СЫФ әсерін талдау және бағалау;
2. ФШД элементтерін автореттеу, тұрақтандыру;
3. ФШД-ның сезімтал элементтерінің ЭФХ басқару;
4. Математикалық моделдерді өңдеу;
5. ФШД шамаларының дрейфін болжау;
6. Тұрақтылық өлшемдерін шығару;
7. Кері байланыс синтезі.

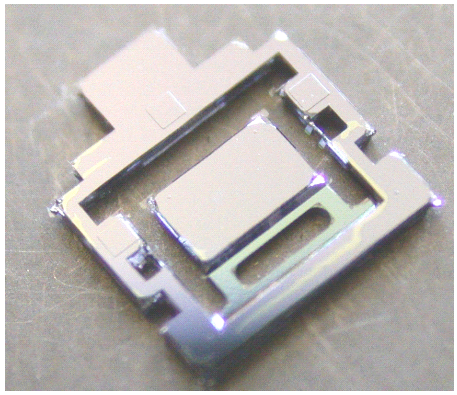
Аталып өткен міндеттердің әр қайсысы өз алдында күрделі мәселе екенін ескерген дұрыс, сондықтан осылардың қандай да бір бөлігін шешудің өзі жоғары уақыттық тұрақтылықты датчиктерді жасау ісіне едәуір үлес қосады.

Дайындалған нұсқамалар мен тәсілдердің негізінде акустикалық және жылдам ауыспалы қысымдардың (2-сурет – 5-сурет) микроэлектрондық датчиктерінің сезімтал элементтері және өлшеу модулдері жасалды [1-3, 6, 9-11].

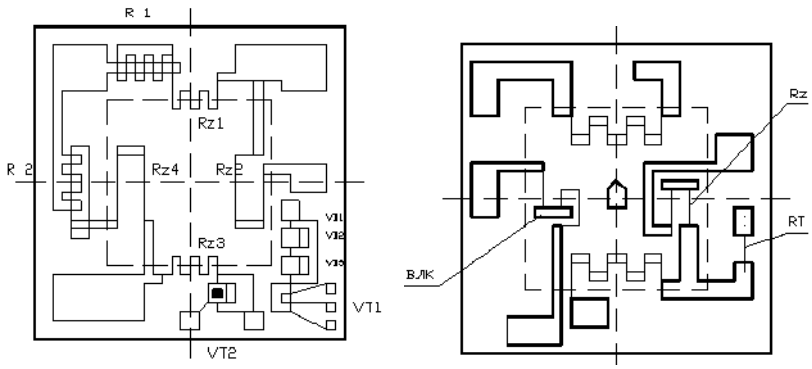


а *б*

2-сурет. Қысымның МЭД ӨМ-нің 3D-моделі: *а* – сыйымдылықты, *б* - пьезорезисторлық

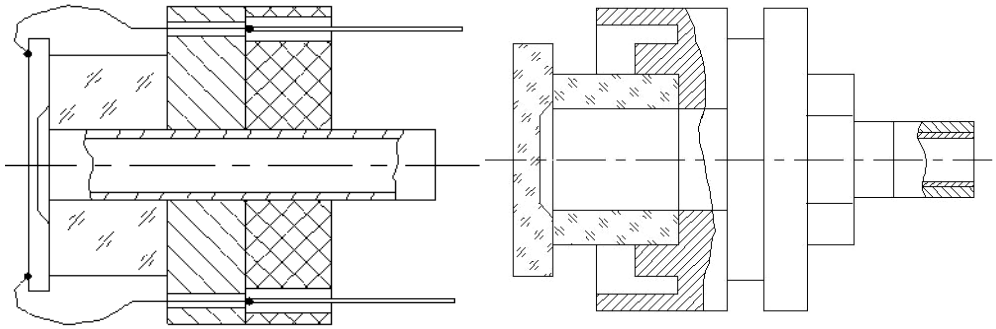


3-сурет. Микромеханикалық акселерометрдің кремнийлік СЭ-нің фотосуреті



а *б*

4-сурет. Қысымның МЭД СМ-нің 2D-моделі: *а* – баптау және термокомпенсациялық элементтерімен; *б* – ионды қоспалы терморезисторлы және жоғары қоспалы қосқышты



5-сурет. Салыстырмалы қысым датчиктерінің өлшеу модельдері

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Михайлов П.Г. Микроэлектронные датчики, особенности конструкций и характеристик, Приборы и Системы. Управление, Контроль, Диагностика, 2004, № 6, С.38-42.

[2] Михайлов П.Г. Микроэлектронный датчик давления и температуры, Приборы и Системы. Управление, Контроль, Диагностика, 2003, № 11, С. 29-31.

[3] Михайлов П.Г. Микроэлектронный датчик давления, Приборы и Системы. Управление, Контроль, Диагностика, № 11, 2003.

[4] Михайлов П.Г. Экспериментальное исследование совмещенного датчика давления и температуры, Приборы и Системы. Управление, Контроль, Диагностика, № 12, 2003.

[5] Михайлов П.Г. Синтез информационно-энергетических моделей датчиков, Приборы и Системы. Управление, Контроль, Диагностика, 2003, № 3, С. 37-40.

[6] Михайлов П.Г. Мокров Е.А., Байдаров С.Ю. Изготовление неразъёмных узлов микроэлектронных датчиков, Контроль. Диагностика, №6, 2011.

[7] Михайлов П.Г., Цибизов П.Н., Тютюников Д.А Разработка моделей качества датчиков физических величин на основе квалиметрического подхода, Известия Южного федерального университета, Технические науки, 2011, №5(130). С. 99–104.

[8] Михайлов П.Г., Соколов А.В. Моделирование чувствительных элементов датчиков механических напряжений в строительных конструкциях, Региональная архитектура и строительство, 2012, №3. С.110–117.

[9] Михайлов П.Г., Мокров Е.А. Скотников В.В. Чувствительные элементы высокотемпературных датчиков давления. Материалы и технологии изготовления, Известия Южного федерального университета, Технические науки, 2014, №4, С. 204–213.

[10] Ожикенов К.А., Михайлов П.Г., Касимов А.О., Скотников В.В. Использование обратных преобразователей в микроэлектронных датчиках, Вестник НАН РК, №6, 2014, С. 41-46.

[11] Ожикенов К.А., Михайлов П.Г., Касимов А.О. Петрин В.А., Маринина Л.А. Общие вопросы моделирования компонентов и структур микроэлектронных датчиков, Вестник НАН РК, №6, 2014, С. 62-71.

Ожикенов К.А., Михайлов П.Г., Кушегенова Ж.К., Айтимов М.Ж.

Вопросы обеспечения временной стабильности датчиков физических величин

Резюме. Одним из основных проблем в приборостроении всегда были вопросы обеспечения стабильности датчиков физических величин. Особую актуальность они приобрели в связи с созданием и развитием сложных автономных измерительных и управляющих систем в разных отраслях экономики. Это связано с такими факторами, как длительный период функционирования объектов, невозможность их обслуживания и ремонта, в том числе монтажа-демонтажа датчиков, территориальная отдаленность, скрытность и т.д. Повышение стабильности датчиков физических величин является сложнейшей комплексной задачей, включающей в себя: создание новых конструктивно-технологических решений, разработку новых технологий, методов и процедур контроля, испытаний, долговременного анализа отказов и дефектов датчиков в процессе эксплуатации и т.д. При этом приоритетным направлением является создание новых конструкций и технологий, так как совершенствование датчиков, использующих традиционные методы преобразования, конструкции и технологии в большинстве своем исчерпало себя и не оправдало на практике.

Статья посвящена ключевой проблеме обеспечения стабильности датчиков физических величин. Рассмотрены подходы по разработке комплекса физико-математических моделей, который позволит не только существенно сократить длительность натурных испытаний, но и ускорить весь цикл разработки новых и модернизации ранее разработанных датчиков физических величин. Был создан ряд чувствительных элементов и измерительных модулей микроэлектронных датчиков акустических и быстропеременных давлений.

Ключевые слова: физико-математическая модель, микроэлектронный датчик, чувствительный элемент, измерительный модуль.

Ozhikenov K.A., Mikhailov P.G., Kushegenova Zh.K. Aitimov M.Zh.

Investigation questions for diagnosis and control sensor and measuring module microelectronic smart sensors

Summary. Article is devoted to a new direction in the instrument - the development of structurally and functionally complete measurement modules and sensing elements and evaluating their suitability control.

Key words: Measuring module, thermistor, piezo sensitivity, temperature sensitivity, semiconductor sensors.

УДК 004. 9:62-82 (043)

Е.Т. Сериккалиев, А.А. Бейсембаев

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, eserikkaliyev@gmail.com)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДА МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА В MATLAB

Аннотация: В статье рассматривается разработаннаясхема гидропривода манипуляционного робота и описаниепошагового составления в среде MatLabSimulink, SimHydraulics. Разработана программа моделирования гидропривода и приведены схемы агрегатов гидропривода и их модели.

Ключевые слова: Гидропривод,Matlab, SimHydraulics, модель, манипуляционный робот

SimHydraulics – это отдельная библиотека пакета Simulink среды MATLAB, предназначенная для моделирования гидравлических систем. SimHydraulics объединяет воедино функциональные

возможности продуктов SimPowerSystems, SimMechanics и SimDriveline, позволяя разработчикам систем имитировать взаимосвязанную работу контроллеров и остального оборудования.

С помощью продукта SimHydraulics инженеры могут рассчитать давление и напор жидкости в системах, построенных на базе стандартных и нестандартных компонентов. Предлагаемые инструменты позволят смоделировать преобразование гидравлической энергии в крутящий момент, приводящий в действие различные механизмы, а также оценить эффект, вызванный открытием и закрытием клапанов. Для получения максимально точных результатов в состав SimHydraulics добавлена библиотека распространенных рабочих жидкостей. Таким образом, пакет SimHydraulics позволяет решать задачи статики, кинематики и динамики различных гидравлических систем.

К достоинствам реализации моделирования гидравлических систем при помощи SimHydraulics в Simulink могут быть отнесены простота создания моделей, наглядность и высокая скорость вычислений при моделировании систем с большим числом элементов.

2. отличие от большинства других блоков Simulink, которые выполняют математические действия или обрабатывают сигналы, блоки SimHydraulics представляют собой непосредственно элементы гидросистем или связи между ними. При этом набор стандартных блоков достаточно широк и позволяет моделировать практически любые гидравлические системы.

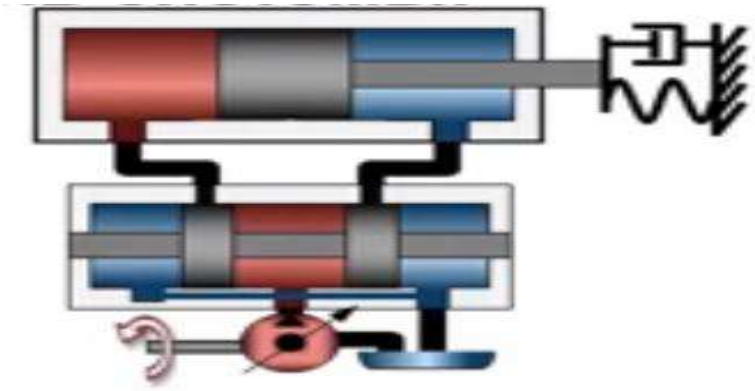


Рис. 1. Модель системы

Задача: создать модель гидропривода в среде SimHydraulics

Гидравлический клапан регулирует поток жидкости от насоса к различным сторонам гидравлиеского цилиндра двойного действия. Начнем моделирование гидронасоса.

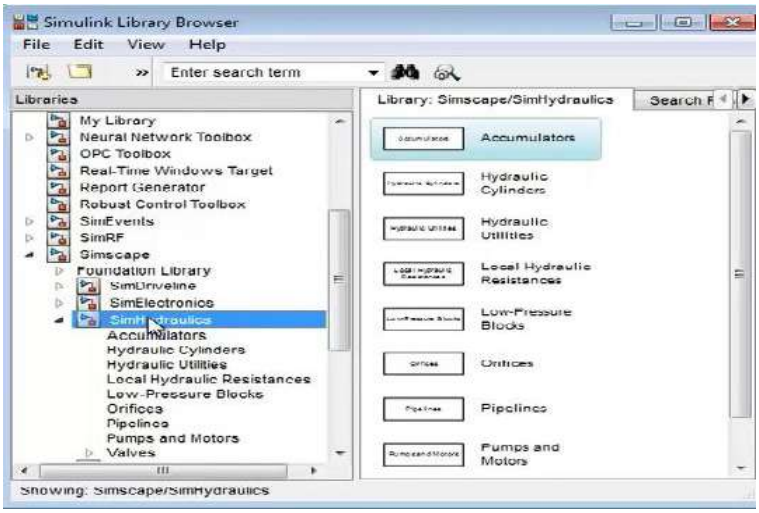


Рис. 2. Библиотека Simulink

В этом разделе выбираем подходящую к нашей системе насос. Выбираем нерегулируемый роторный насос (Fixed-Displacement Pump)

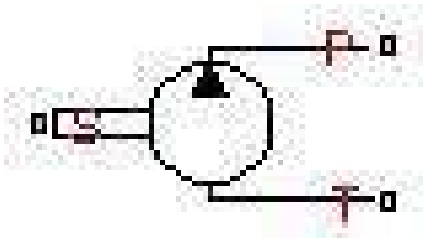


Рис. 3. Нерегулируемый роторный насос (Fixed-Displacement Pump)

Блок Fixed-DisplacementPumpпредставляет собой нерегулируемый роторный насос. Основными параметрами для этого блока являются рабочий объем насоса, объемный и полный коэффициенты полезного действия, номинальное давление и угловая скорость приводного вала насоса. Все эти параметры приводятся в справочной литературе или каталогах. Следующий компонент системы направляющий распределитель отвечающий за управление потоком жидкости к цилиндру и от него. Эти компоненты соединяем с помощью физического соединения. Которое обеспечивает между компонентами идеальную связь и передачу энергии.

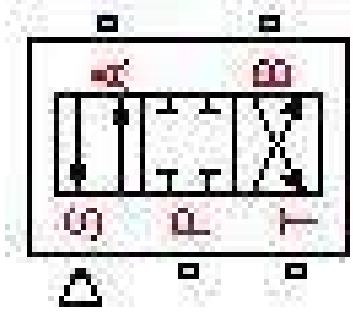


Рис. 4. Четырехлинейный гидрораспределитель 4-WayDirectionalValve

Блок 4-Way DirectionalValve представляет собой четырехлинейный направляющий гидрораспределитель, отверстия в полостях которого имеют одинаковое сечение. Блок базируется на четырех блоках VariableOrifice, соединенных между собой. Насосу нужен источник гидравлической жидкости, опишем этот источник блоком Hydraulic Reference. Добавляем к насосу блок Hydraulic Reference, затем подключим возвратный трубопровод от клапана к этому же блоку.

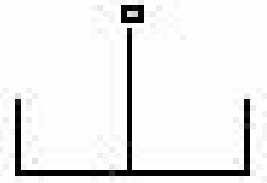


Рис. 5. Связь с атмосферой (HydraulicReference)

Блок HydraulicReference представляет связь с атмосферным давлением. Гидравлические порты всех блоков, которые связаны с атмосферой (например, порты всасывания гидравлических насосов, порты цилиндров, трубопроводов и т.д.), должны иметь связи с этим блоком.

Нужно управлять давлением которое в систему подает насос для этого используем блок описывающий модель клапана управления давлением и подключим этот блок между насосом и блоком HydraulicReference. Настроим предохранитель клапана задав максимальное пороговое давление

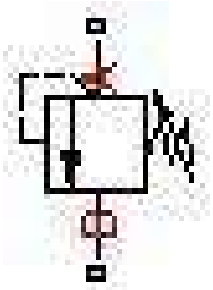


Рис. 6. Предохранительный клапан (PressureReliefValve)

Блок PressureReliefValve представляет собой предохранительный клапан, предназначенный для предохранения элементов гидросистемы от давления, превышающего допустимое. Предохранительные гидроклапаны используются во всех объемных гидроприводах и устанавливаются, как правило, в непосредственной близости от насоса, а также в местах, где поусловию работы гидросистемы возможно возникновение опасных по величине давлений.

Следующий компонент которую мы добавим в модель это гидроцилиндр, выбираем нужный нам гидроцилиндр из библиотеки и подключаем к распределителю 4-WayDirectionalValve

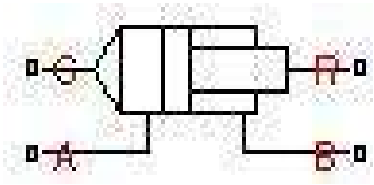


Рис. 7. Гидравлический цилиндр двухстороннего действия (Double-Acting Hydraulic Cylinder)

Блок Double-ActingHydraulicCylinder представляет собой гидравлический цилиндр двустороннего действия, передающий силу и движение в обоих направлениях.Блок имеет два механических порта R и C, связанных со штоком и гильзой гидроцилиндра соответственно, а также два гидравлических порта A и B, связанных с поршневой и штоковой полостями соответственно. Также запишем нам нужные параметры в окне Double-Acting Hydraulic Cylinder. Зададим эффективну площадь поршня в камере A, в камере B и ход поршня.

Для того чтобы задать жидкость используем HydraulicFluid блок. Блок можно подключить к любой точке системы. Выбираем из набора жидкостей подходящей по параметру нашей. Можно вручную ввести данные о параметрах жидкостей.

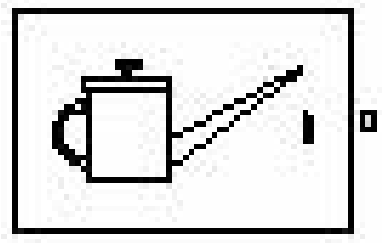


Рис. 8. Типовые гидравлические жидкости (HydraulicFluid)

Блок HydraulicFluid определяет тип гидравлической жидкости в системе. В блоке представлен набор гидравлических жидкостей, при этом выбор осуществляется из предложенного списка.

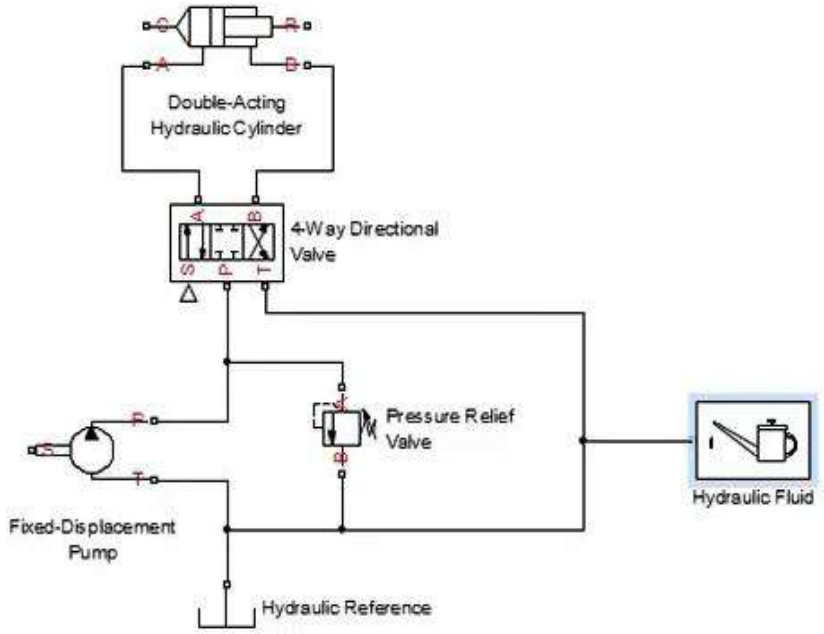


Рис. 9. Модель гидропривода в среде MatLabSimHydraulics

Разработка программы в среде «MATLAB+Simulink» на основе визуально ориентированного программирования, включающей компьютерную библиотеку математических моделей элементов гидропривода, библиотеку Simulink-блоков, позволяет определять основные характеристики и обеспечивает устойчивую работу привода оборудования. Смоделировав гидропривод манипуляционного робота получаем модель (рисунок 9). Обьемный гидропривод позволяет осуществлять поступательные движения манипуляционного робота

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Руппель А.А,Сагандыков А.А,Корытов М.С. Моделирование гидравлическихсистем в MatLab: Учебное пособие /СибАДИ– Омск 2009

[2] А.В. Лепешкин, А.А. Михайлин, А.А. Шейпак. Гидравлика и гидропневмопривод. Ч. 2: Гидравлические машины и гидропневмопривод: учебник / под ред. А.А. Шейпака. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: МГИУ, 2007. – 352 с.

[3] Комаров, Е. Д. Математическое моделирование сложных технических систем с помощью Simulink / Е. Д. Комаров, А. А. Руппель // Автоматика и программная инженерия / НГТУ. — 2013. — № 2 (4). — С. 71–81

[4] Емельянов Р.Т., Прокопьев А.П., Климов А.С. Моделирование рабочего процесса гидропривода с дроссельным регулированием // Строительные и дорожные машины. – 2009. – № 11. – С. 62–64.

Сериккалиев Е.Т., Бейсембаев А.А.

Манипуляционды роботтың гидрожетегін matlab жүйесінде модельдеу

Аңдатпа: Мақалада манипуляционды роботтың гидрожетегін MatLab Simulink, SimHydraulics жүйесінде дайындалған нобайы және нобайды дайындау кезеңдері көрсетілген. Гидрожетекті модельдеу программасы мен схемалары көрсетілген.

Түйінді сөздер: Гидрожетек, Matlab, SimHydraulics, модель, манипуляционды робот

Serikkaliyev Y.T, Beysembayev A.A

Modeling hydraulic drive of the robot manipulator in matlab

Summary: The article deals with the scheme developed by the hydraulic drive of the handling robot and a description of incremental compilation in the medium MatLab Simulink, SimHydraulics. Developed hydraulic drive simulation program and schemes of hydraulic drive units and their models.

Key words: Hydraulic Drive, Matlab, SimHydraulics, model, manipulator robot

УДК: 662.24.051

А.С. Калбаев
(Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, Kalbaev-1993@mail.ru)

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РАБОТЫ ШАРОВОГО КРАНА ГАЗОПРОВОДА

Аннотация. В статье рассматриваетсяпроцесс работышарового крана газопровода и его технические характеристики. Проведен анализ по различным видамшаровых кранов, а также на их конструкцию. Представлены преимущества и недостаткирассматриваемых шаровых кранов.

Ключевые слова: шаровой кран, затвор, клапан, инструмент.

Шаровой кран — разновидность трубопроводного крана, запирающий или регулирующий элемент которого имеет сферическую форму.

Применяются в качестве запорного устройства на трубопроводах,транспортирующих природный газ с температурой рабочей среды от минус 15°С до плюс 80°С.

Допускается кратковременное повышение температуры рабочей среды до 100°С, а также понижение до температуры окружающей среды в соответствии с климатическим исполнением крана. Возможно изготовление кранов для эксплуатации на трубопроводах с температурой рабочей среды до 250°С.

Это один из современных и прогрессивных типов запорной арматуры, находящий всё большее применение для различных условий работы в трубопроводах, транспортирующих природный газ и нефть, системах городского газоснабжения, водоснабжения, отопления и других областях. Имеется также возможность использовать его в качестве регулирующей арматуры

Конструкция шаровых кранов не является новинкой и известна уже более 100 лет, однако в ранних вариантах она не обеспечивала плотного перекрытия прохода среды из-за трудности её обеспечения металлическими поверхностями шаровой пробки и сёдел корпуса. Появление и внедрение в арматуростроение таких материалов как фторопласт, синтетических каучуков для изготовления сёдел привели к началу широкого использования шаровых кранов. Новые материалы позволили обеспечить плотность закрытия и существенно снизить усилия, необходимые для управления краном.

Подвижным элементом (затвором) таких кранов служит пробка сферической формы — шар, по оси которой выполнено сквозное круглое отверстие для прохода среды. В проходных кранах для полного закрытия или открытия прохода достаточно повернуть шар на 90°.

По типу шаровые краны делятся на полнопроходные и редуцированные (стандартнопроходные). Полнопроходной шаровой кран - диаметр отверстия в шаре которого, соответствует внутреннему диаметру трубопровода, на который устанавливается кран. Гидравлические потери при проходе рабочей среды через полностью открытый кран весьма малы, практически такие же как при проходе среды через трубу, равную по длине корпусу крана, что в разы меньше, чем в других типах запорной арматуры. Это ценное качество сделало краны данного типа основным запорным устройством на линейной части магистральных трубопроводов. Редуцированные или стандартнопроходные шаровые краны — диаметр отверстия в шаре которого на один типоразмер меньше диаметра трубопровода. Данный тип шаровых кранов применяется на трубопроводах в которых не критична частичная потеря напора.

Чтобы иметь возможность отключать отдельные участки газопровода для ремонтных работ, а также для сохранения газа во время аварийных разрывов газопровода, на магистральных газопроводах не реже чем через 20—25 км устанавливают запорную отключающую арматуру. Кроме того, запорная арматура устанавливается во всех ответвлениях к потребителям газа, на шлейфах компрессорных станций, на берегах рек и др. Чтобы иметь возможность сбрасывать газ при необходимости опорожнения газопровода, запорную арматуру устанавливают также и на свечах. В качестве запорной арматуры применяются краны, задвижки и вентили. Запорная арматура для определенного диаметра газопровода и рабочего давления газа выбирается согласно ГОСТ 355—67 и ГОСТ 356—68. ГОСТ 355—67 устанавливает диаметры условных проходов, для которых изготовляется запорная арматура. Условным проходом D у называется номинальный внутренний диаметр прохода в присоединительных

концах арматуры. Часто путают условный проход с внутренним диаметром. Необходимо иметь в виду, что при одном и том же условном проходе внутренний диаметр может быть разным. Постоянным является наружный диаметр трубы (он должен соответствовать стандарту), а внутренний диаметр изменяется в зависимости от толщины стенки трубы.

По типу присоединения шаровые краны могут быть: фланцевые, под приварку, муфтовые и комбинированные. Фланцевые шаровые краны применяются на трубопроводах которые предусматривают частичную разборку/сборку, а так же помещениях в которых запрещена сварка. Краны с типом соединения под приварку используют на особо ответственных или труднодоступных участках трубопроводов, за счет полной герметичности перекрытия и прочности соединения. Краны с муфтовым соединением имеют внутреннюю коническую или цилиндрическую резьбу. В основном применяются в коммунальном хозяйстве. Шаровые краны с комбинированным присоединением, являются универсальными и применяются в различных трубопроводных системах (соединение резьба/сварка, фланец/сварка и т. д.).

Кроме вышесказанного шаровые краны имеют ряд других достоинств, среди которых:

- простота конструкции;
- высокая и надёжная герметичность;
- небольшие габариты;
- простая форма проточной части и отсутствие в ней застойных зон;
- удобное управление;
- малое время, затрачиваемое на поворот;
- применимость для вязких и загрязнённых сред, суспензий, пульп и шламов.

Как недостаток можно отметить необходимость наличия «мёртвой» зоны для поворота у кранов с консольной ручкой. Данный недостаток можно компенсировать краном с ручкой-барашком.

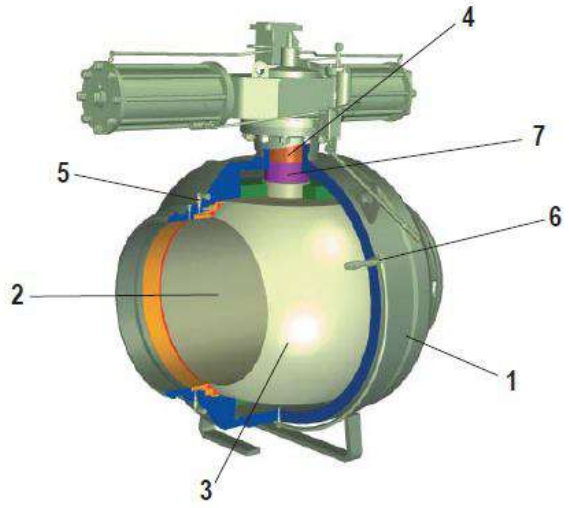


Рис. 1.

1. Для газообразных сред наиболее надежной является цельносварная конструкция корпуса. Она позволяет свести к минимуму рискутечки рабочей среды в атмосферу.

2. Полнопроходность шаровых кранов обеспечивает возможность прохождения через него очистных и диагностирующих устройств.

3. Пробка шарового крана закреплена в опорах. Разгрузочное отверстие в пробке компенсировать давление во позволяетвнутренней полости крана и снижает вероятность деформации пробки.

4. Кран имеет ограничители поворота пробки, которые четко фиксируют её расположение относительно оси трубопровода в положениях «открыто» и «закрыто».

5. Краны оборудованы системой принудительного подвода уплотнительной смазки в зоны уплотнения шпинделя и седел, обеспечивающей восстановление (при необходимости) герметичности

в процессе эксплуатации. Унифицированные фитингидля ввода уплотнительной смазки позволяют быстро подсоединить переходник набивочного устройства. (DN150 и выше)

6. Дренаж обеспечивает возможность безопасного спуска газа из внутренней полости, а также позволяет оборудовать кран устройством для контроля протечек рабочей среды.

7. Разъемный сальниковый узел шпинделя позволяет производить безопасную замену мягкого уплотнения шпинделя на действующем трубопроводе (положение пробки – закрыто).

Герметичность

Класс герметичности кранов – **«А»** по ГОСТ9544-93. Подпружиненные уплотнительные седла с двойным уплотнением (первичное - «металл-металл», вторичное – «металл-полиуретан») находятся в постоянном контакте с затвором, который защищен от налипания рабочей среды и имеет стабильные показатели герметичности по классу «А» как на входе, так и на выходе крана (двусторонний тип действия седел).

Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69

-«У»(температура окружающей среды–от минус 45 до плюс 50°С); - «ХЛ» (температура окружающей среды – от минус 60 до плюс 45°С);

Присоединение к трубопроводу

Направление рабочей среды – любое.Установочное положение кранов на трубопроводе – на горизонтальном трубопроводеприводом вверх (для кранов с пневмогидроприводом) или любое (для кранов с рукояткой, электроприводом или пневмоприводом со струйным двигателем). Для обеспечения герметичности присоединение кранов к трубопроводу выполняется под приварку. Разделка кромок выполняется под трубу заказчика. По желанию заказчика возможно изготовление кранов с фланцевым присоединением.

Вид установки

Шаровые краны изготавливаются в наземном и подземном (DN150 и выше) исполнениях

Управление

Управление кранами осуществляется при помощи ручного привода, пневмогидропривода или струйного привода. По желанию заказчика возможно изготовление кранов с управлением от электропривода, а также комплектация кранов приводами любых отечественных и зарубежных фирм-изготовителей (стр. 109).Пневмогидропривод может комплектоваться блоками управления типов ЭПУУ, БУП, БУК на 24 и 110 В. Привода кранов DN 400 и выше могут комплектоваться ААЗК. Управление приводами шаровых кранов подземного исполнения осуществляется транспортируемой средой. Управление приводами шаровых кранов надземного исполнения может осуществляться как транспортируемой средой, так и от внешнего источника.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ГОСТ Р 52720-2007. Арматура трубопроводная. Термины и определения.

[2] Поговорим об арматуре. Р. Ф. Усватов-Усыскин — М.: Витекс, 2005.

[3] Арматура промышленная общего и специального назначения. Справочник. А. И. Гошко — М.: Мелго, 2007.

Калбаев А.С.

Шар краны құбырының жұмысын талдау

Аңдатпа. Мақала шаркраны және құбыр техникалық сипаттамаларын жұмыс процесін айналысады. Түрлі шар крандарын түрлері, сондай-ақ олардың дизайны бойынша талдау. Қарауында шар крандарын артықшылықтары мен кемшіліктері ұсынады.

Түйінсөздер: шаркраны, ысырма, клапан, құрал.

Kalbaev A.S.

Analysis of the work of the ball valve pipeline.

Annotation. The article deals with the process of the ball valve pipeline and specifications. Analysis of the various types of ball valve pipeline, as well as their structure. Presents the advantages and disadvantages considered ball valve pipeline.

Key words. ball valve, gate, valve, tool.

УДК 621.85

[1]С.К. Мунсызбаева, [1]А.М. Айтмырзаева , [2]А.К. Шайханова
([1] Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.С. Сатпаева
[2] Государственный университет им. Шакарима, г. Семей)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МНОГОМЕРНЫХ МНОГОСВЯЗНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. В данной статье рассматриваются исследования ограничений при разработке многомерных многосвязных систем управления (MIMO). Для целей управления этим объектом была смоделирована MIMO-система с 2 входами и 2 выходами, вычислена номинальная модель объекта. Было выявлено, что модель объекта имеет неминимально-фазовый нуль. Для оптимизации рассматриваемой модели были проведены фундаментальные ограничения в MIMO-управлении и создан проект с представлением вытекающих из проекта выводов. Также, перед попыткой создать MIMO-проект, были проведены исследования одномерной системы (SISO), полученной на основе процедуры декомпозиции.

Ключевые слова: фундаментальные ограничения, MIMO-система, SISO-модель, неминимально-фазовый нуль.

Введение. Характерными особенностями многих непрерывных технологических объектов являются многомерность, внутренняя взаимосвязь между параметрами, наличие значительного числа возмущений и нестационарное поведение в условиях износа оборудования, изменения характеристик вспомогательных материалов и других факторов, влияющих на изменение динамики. Управление такими объектами с применением традиционных методов и средств не обеспечивает высоких требований к качеству управления и в конечном итоге к качеству получаемых продуктов. Для разработки многомерных многосвязных систем (MIMO-систем) используются такие процедуры, как декомпозиция, децентрализация, которые приводят проектировщика к задачам разработки одномерных систем (SISO-систем) [1]. Для синтеза MIMO-систем на основе SISO-систем необходимо сформулировать условия разработки процедур синтеза регуляторов.

Исследуем SISO-системы, используя два отдельных контура регулирования, полученного в результате применения декомпозиции к модели пресса, используемого в пищевой промышленности [2]:

$$G_{11}(s) = \frac{-5}{25s+1}; \quad G_{22}(s) = \frac{-0.0023}{s}. \tag{1}$$

Разработанные регуляторы для изолированных подсистем имеют вид ПИД- и ПИ-регуляторов:

$$C_1(s) = -\frac{0.5s+0.02}{s}; \quad C_2(s) = -\frac{20s^2+10s+0.2}{s^2+s} \tag{2}$$

На рисунке 1 представлена схема моделирования в среде Simulink MATLAB.

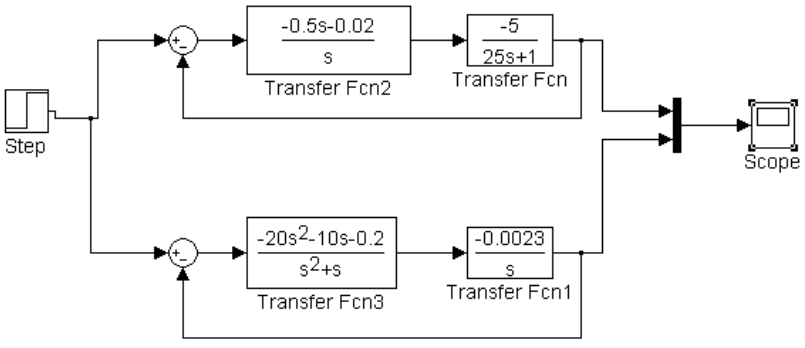


Рис. 1.

Результаты моделирования схемы (рисунок 1) представлены на рисунке 2.

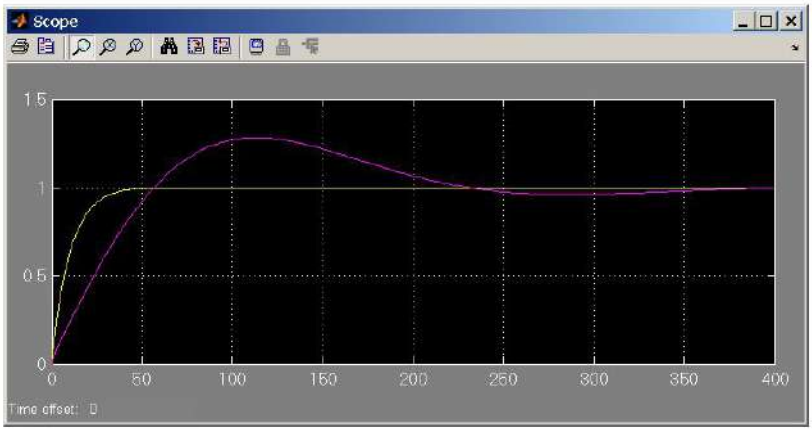


Рис. 2. Переходной процесс системы 1 с регулятором 2

Получим результаты моделирования для сигналов:

$$r_1(t) = \mu(t-1); \qquad r_2(t) = \mu(t-100); \qquad d(t) = -10\mu(t-250) \tag{3}$$

Из результатов, приведенных на рисунке 1, можно сделать следующие выводы:

1.Взаимодействие между контурами сильное. А именно, заметно, что эталонное изменение в канале 2 (высота) вызывает сильные колебания выхода в канале 1 (крутящий момент).

Оба выхода обладают неминимально-фазовым действием [3]. Но из-за ограничения, наложенного проектом на полосу пропускания, это не очень сильно заметно на каждом из выходов в ответ на изменение эталонного сигнала. Заметим однако, что появляется явно неминимально-фазовый переходный процесс в ответ на эталонное изменение из-за не учета взаимодействия в проекте. Результаты возмущения на выходах содержат в основном, низкочастотные составляющие. Так происходит потому, что накопитель фильтрует резкие подачи скорости. Ранее упомянутый проект имеет недостаток - управление, относительно обеих переменных считается одинаково важным. Это приводит к нежелательной особенности: характеристика канала 1 напрямую зависит от изменений во 2 канале.

Анализ основных проблем, касающихся MIMO-проект, возникают из следующих соображений:

1.Компенсирование входного возмущения требует, чтобы в проектируемый регулятор было включено интегрирование.

2. Чтобы гарантировать внутреннюю устойчивость, неминимально-фазовый нуль не должен быть скомпенсирован регулятором. Поэтому функция C(s) не должна иметь полюсы при s = 0.137.

3.Во избежание насыщения на входе, должна быть ограничена полоса пропускания. Работа должна происходить в диапазоне 0.1-0.2 рад/с.

4. Расположение неминимально-фазового нуля предполагает, что компонент доминирования в канале (каналах), определенном этим нулем, не может быть более быстрым, чем $e^{-0.137t}$. В противном случае реакции на ступенчатые эталонные воздействия и ступенчатые входные возмущения будут обладать существенным недорегулированием.

5. $h^T = \begin{bmatrix} 1 & 5 \end{bmatrix}$, левостороннее направление связанное с неминимально-фазовым нулем, не является каноническим направлением. Поэтому, если динамическое разъединение будет предпринято, то неминимально-фазовый нуль будет влиять на оба канала.

Данный анализ проблем приводит к заключению, что треугольный проект является лучшим выбором. Однако рассмотрим полностью развязанный динамический проект, чтобы обеспечить эталонный вариант, с которым можно будет сравнить треугольный развязанный проект [2]. Выберем:

$$M(s) = G_0(s)C(s) = \begin{bmatrix} M_{11}(s) & 0 \\ 0 & M_{22}(s) \end{bmatrix} \tag{4}$$

что приводит к следующей дополнительной чувствительности:

$$T_0(s)=\begin{bmatrix} T_{11}(s) & 0 \\ 0 & T_{22}(s) \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} \dfrac{M_{11}(s)}{1+M_{11}(s)} & 0 \\ 0 & \dfrac{M_{22}(s)}{1+M_{22}(s)} \end{bmatrix} \tag{5}$$

Тогда

$$C(s)=\begin{bmatrix} C_{11}(s) & C_{12}(s) \\ C_{21}(s) & C_{22}(s) \end{bmatrix}=\left[G_0(s)\right]^{-1}M(s) \tag{6}$$

Аналогично

$$\left[G_0(s)\right]^{-1}=\begin{bmatrix} 25s+1 & 0 \\ 0 & s \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \dfrac{n_{11}(s)}{d^-(s)d^+(s)} & \dfrac{n_{12}(s)}{d^-(s)d^+(s)} \\ \dfrac{n_{21}(s)}{d^-(s)d^+(s)} & \dfrac{n_{22}(s)}{d^-(s)d^+(s)} \end{bmatrix} \tag{7}$$

где

$$n_{11}(s)=0.0023(s+1) \qquad n_{12}(s)=s^2-0.005s-0.005 \tag{8}$$

$$n_{21}(s)=s+1 \qquad n_{22}(s)=5(s+1) \tag{9}$$

$$d^-(s)=s+0.121 \qquad d^+(s)=s-0.137 \tag{10}$$

Тогда из (8-10) регулятор будет иметь вид:

$$C(s)=\begin{bmatrix} \dfrac{(25s+1)n_{11}(s)M_{11}(s)}{d^-(s)d^+(s)} & \dfrac{(25s+1)n_{12}(s)M_{22}(s)}{d^-(s)d^+(s)} \\ \dfrac{sn_{21}M_{11}(s)}{d^-(s)d^+(s)} & \dfrac{sn_{22}(s)M_{22}(s)}{d^-(s)d^+(s)} \end{bmatrix} \tag{11}$$

Передаточная функция $C(s)$ не должна иметь полюсы при $s=0.137$, так что полином $d^+(s)$ должен быть скомпенсирован в *четырех элементах дробной матрицы* (12). Это означает, что:

$$M_{11}(0.137)=M_{22}(0.137)=0 \tag{12}$$

Кроме того, необходимо полностью скомпенсировать входное возмущение, поэтому требуется наличие в регуляторе интегратора (в дополнение к интегрированию объекта). Таким образом, выбираем следующие значения:

$$M_{11}(s)=\frac{(s-0.137)p_{11}(s)}{s^2l_{11}(s)} \quad \text{и} \quad M_{22}(s)=\frac{(s-0.137)p_{22}(s)}{s^2l_{22}(s)} \tag{13}$$

где $p_{11}(s), l_{11}(s), l_{22}(s)$ и $p_{22}(s)$ выбраны, исходя из методов размещения полюсов полинома. Для простоты, выбираем тот же самый полином знаменателя для $T_{11}(s)$ и $T_{22}(s)-A_{cl}(s)=(s+0.1)^2(s+0.2)$. Заметим, что при этом выборе учитываем ограничение, связанное с наличием доминирующей составляющей со скоростью затухания, ограниченной (сверху) неминимально-фазовым нулем. Это приводит, после решения уравнения назначения полюсов, к

$$p_{11}(s) = p_{22}(s) = -(0.472s + 0.0015); \quad l_{11}(s) = l_{22}(s) = s + 0.872 \tag{14}$$

С этими величинами регулятор был рассчитан. Также выполнено моделирование этого проекта с теми же самыми условиями, что и в децентрализованном случае ПИД-регуляторов, т. е.

$$r_1(t) = \mu(t-1); \quad r_2(t) = \mu(t-100); \quad d(t) = -10\mu(t-250) \tag{15}.$$

Результаты подтверждают два основных момента, лежащих в основе этой стратегии проектирования: каналы являются динамически развязанными и неминимально-фазовый нуль воздействует на оба канала [2].

По предыдущим результатам видно, что динамическая развязка - не идеальное решение в этой конкретной проблеме, потому что неминимально-фазовое поведение объекта распространяется на оба выхода, а не связано только с менее важным выходом — высотой $y_2(t)$. Поэтому в качестве развязанного контура выбирается сформировавшаяся треугольнаю структура. Результирующая треугольная структура будет иметь вид

$$M(s) = G_0(s)C(s) = \begin{bmatrix} M_{11}(s) & 0 \\ M_{21}(s) & M_{22}(s) \end{bmatrix} \tag{16}$$

что дает дополнительную чувствительность

$$T_0(s) = \begin{bmatrix} T_{11}(s) & T_{12}(s) \\ T_{21}(s) & T_{22}(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dfrac{M_{11}(s)}{1+M_{11}(s)} & 0 \\ \dfrac{M_{21}(s)}{(1+M_{11}(s))(1+M_{22}(s))} & \dfrac{M_{22}(s)}{1+M_{22}(s)} \end{bmatrix} \tag{17}$$

Тогда

$$C(s) = \begin{bmatrix} C_{11}(s) & C_{12}(s) \\ C_{21}(s) & C_{22}(s) \end{bmatrix} = \left[G_0(s)\right]^{-1} M(s) \tag{18}$$

Следовательно,

$$\left[G_0(s)\right]^{-1} = \begin{bmatrix} 25s+1 & 0 \\ 0 & s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dfrac{n_{11}(s)}{d-(s)d+(s)} & \dfrac{n_{12}(s)}{d-(s)d+(s)} \\ \dfrac{n_{21}(s)}{d-(s)d+(s)} & \dfrac{n_{22}(s)}{d-(s)d+(s)} \end{bmatrix} \tag{19}$$

где

$$\begin{gathered} n_{11}(s) = 0.0023(s+1) \quad n_{12}(s) = s^2 - 0.005s - 0.005 \\ n_{21}(s) = (s+1) \qquad n_{22}(s) = 5(s+1) \\ d^-(s) = s + 0.121 \quad d^+(s) = s + 0.137 \end{gathered} \tag{20}$$

Тогда регулятор будет иметь вид:

$$C(s) = \begin{bmatrix} \dfrac{(25s+1)(n_{11}(s)M_{11}(s) + n_{12}(s)M_{21}(s))}{d^-(s)d^+(s)} & \dfrac{sn_{12}(s)M_{22}(s)}{d^-(s)d^+(s)} \\ \dfrac{(25s+1)(n_{21}(s)M_{11}(s) + n_{22}(s)M_{21}(s))}{d^-(s)d^+(s)} & \dfrac{sn_{22}(s)M_{22}(s)}{d^-(s)d^+(s)} \end{bmatrix} \tag{21}$$

Передаточная функция C *(s)* не должна не иметь полюсов при $s = 0.137$, так что полином $d^+(s)$ должен быть скомпенсирован в *четырех элементах дробной матрицы,* (22). Это дает, что

$$M_{22}(0.137) = 0\ , \tag{22}$$

$$n_{11}(s)M_{11}(s) + n_{12}(s)M_{21}(s)\big|_{s=0.137} = 0 \tag{23}$$

$$n_{21}(s)M_{11}(s) + n_{22}(s)M_{21}(s)\big|_{s=0.137} = 0 \tag{24}$$

Уравнения (23-24) дают:

$$\frac{M_{21}(s)}{M_{11}(s)}\Big|_{s=0.137} = -\frac{n_{11}(s)}{n_{12}(s)}\Big|_{s=0.137} \tag{25}$$

$$\frac{M_{21}(s)}{M_{11}(s)}\Big|_{s=0.137} = -\frac{n_{21}(s)}{n_{22}(s)}\Big|_{s=0.137} \tag{26}$$

соответственно.

На следующем шаге сделаем некоторый выбор:

1. $M_{11}(s)$, $M_{21}(s)$ и $M_{22}(s)$ выберем, чтобы иметь два полюсы в начале координат. Один из них получается из модели объекта, а другой добавляется, чтобы обеспечить компенсацию в установившемся состоянии ступенчатых входных возмущений.

2. $M_{11}(s)$ выберем таким образом, чтобы обеспечить полосу пропускания около 0.15 рад/с в канале 1. Возможный выбор следующий:

$$M_{11}(s) = \frac{0.15s + 0.01}{s^2} \Leftrightarrow T_{11}(s) = \frac{0.15s + 0.01}{s^2 + 0.15s + 0.01} \tag{27}$$

3. Простейший выбор $M_{21}(s)$ — назначим два полюса в начале координат, т. е.

$$M_{21}(s) = \frac{\alpha}{s^2} \tag{28}$$

где α — параметр, который нужно определить.

4. $M_{22}(s)$ выберем таким образом,чтобы иметь два полюса в начале координат.

$$M_{22}(s) = \frac{(s - 0{,}137)p_{22}(s)}{s^2 l_{22}(s)} \tag{29}$$

где $p_{22}(s)$ и $l_{22}(s)$ - полиномы от s ,которые следует определить.

С учетом этого выбора и характеристик проекта можно продолжить определение регулятора.

Сначала выберем α так, чтобы удовлетворить (30); это дает α = - 0.0061, что, в свою очередь, приводит к

$$C_{21}(s) = \frac{0.15(s+1)}{s(s+0.121)} \tag{30}$$

$$C_{11}(s) = \frac{-0.0058(25s+1)(s+0.0678)}{s^2(s+0.121)} \tag{31}$$

Из (32) имеем, что дополнительная чувствительность в канале 2 равна:

$$T_{22}(s)=\frac{M_{22}(s)}{1+M_{22}(s)}=\frac{(s-0.137)p_{22}(s)}{s^2 l_{22}(s)+(s-0.137)p_{22}(s)} \quad (32)$$

Заключение. Полученные результаты приводят к следующим выводам [2]:

1) Выход канала 1 теперь не связан с изменениями в эталонном сигнале канала 2. Однако на выход канала 2 изменения в эталонном сигнале канала 1 воздействуют. Асимметрия объясняется выбором нижней треугольной дополнительной чувствительности $T_0(s)$;

2) Неминимально-фазовое поведение очевидно в канале 2, но не наблюдается на выходе канала 1. Это также было достигнуто выбором нижней треугольной формы $T_0(s)$; то есть неминимально-фазовый нуль разомкнутого контура является каноническим нулем замкнутого контура;

3) Переходная компенсация возмущения в канале 1 также улучшена относительно полностью развязанного контура;

4) Ступенчатое возмущение полностью компенсируется в установившемся состоянии. Происходит это из-за эффекта интегрирования в управлении по обоим каналам;

5) Выход канала 1 обладает существенным перерегулированием (около 20%).

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Гудвин Г.К., Гребе С.Ф., Сальгадо М.Э. Проектирование систем автоматики // Москва: БИНОМ. - 2004. – С.785-789.

[2] Соколова С.П., Ширяева О.И. Агрегатированная система сравнения для интервальной системы управления // – Санкт-Петербург: СПИИРАН. – 2010. – №14. – С.91-102.

[3] Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-и тт. / Под ред. Пупкова К.А., Егупова Н.Д. – М.: Издательство МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2004.– 744с.

Мунсызбаева С.К., Шайханова А.К.

Реттеуіш жобасының мысалындағы MIMO-басқарудың іргелі шектеулерін зерттеу

Түйіндеме: Бұл мақалада реттеуіш жобасының мысалындағы MIMO-басқарудың шектеулерінің зерттеулері қарастырылған. Бұл объектті басқару мақсатында 2 кірісті және 2 шығысты MIMO-жүйе модельденді,объекттің номиналды моделі есептелінді. Объектінің моделі минималды емес фазалы нольге ие екені анықталды. Қаралып отырған модельді оңтайландыру үшін MIMO-басқаруда іргелі шектеулер келтірілді және жобаның тұжырымдарынан туындайтын жоба құрылды. Сондай-ақ, MIMO-жобаны құрмас бұрын,екі жеке ПИД-реттеуіштің қолданылуымен декомпозиция процедурасы негізінде SISO-жобаның зерттеулері келтірілді. Осыған орай бастапқыда өзара байланыс үлгісінің мүмкіндіктері еленбеді және алынған екі SISO-үлгіге тәуелсіз ПИД-жобалар құрылды. Берілген түрдегі шектеулер иллюстрациясы келтірілген және SISO-әзірленген ПИД-реттеуішті қолдана отырып,құрылымның сипаттамасы берілген.

Кілтті сөздер: іргелі шектеулер,реттеуіштің жобасы, MIMO-жүйе, SISO-үлгі,ПИД-реттеуіш,минималды емес фазалы нөл.

Munsyzbaeva S.K., Shaikhanova A.K.

Investigation of fundamental limitations in the MMO management on the example of the controller project

Annotation: This article discusses the research in limitations of MIMO-management on the example of the controller project. In order to consider management purposes the MIMO system was modelled with 2 inputs and 2 outputs and calculated nominal model of the object. It was found that the object model has non-minimal-phase zero. To optimise the current model fundamental restrictions in MIMO-management were carried out and a project with the idea arising from the conclusions were created. Also, before the attempt to create a MIMO project the SISO-project studies were conducted based on the decomposition procedure and using two separate PID - regulators. In this approach, initially, the mutual relationships in the transfer function of models were ignored and independent PID designs for the two derived SISO-models were created. The illustrations of the this type restrictions, their associated compromise and circuit characteristics while using SISO-developed PID controllers are presented.

Key words: fundamental limitations, controller project, MIMO system, SISO- model, non-minimal-phase zero.

УДК 666.940

Б.Е. Жакипбаев, М.С. Даулетияров, А.Ш. Кулмаханова, Г. Жумагаликызы
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, *E-mail: Bibol_8484@mail.ru)

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОРОГОСТОЯЩИХ ВЫСОКОАЛИТНЫХ КЛИНКЕРОВ НАРЯДУ С ТЕХНОГЕННЫМИ ОТХОДАМИ В ЦЕЛЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ НИХ ТОНКОМОЛОТЫХ МАЛОКЛИНКЕРНЫХ ЦЕМЕНТОВ

Аннотация. В данной статье рассмотрены пути и возможности рационального использования дорогостоящего клинкера путем введения различных отечественных техногенных минеральных добавок (гипс, электротермофосфорный шлак, белитовый шлам) с целью сокращения доли клинкерной составляющей за счет увеличения в ней трехкальциевого силиката.

Приведены минералогический и химический составы, рентгенофазовый и растрово-электронно-микроскопические анализы сырьевых компонентов.

Ключевые слова: тонкость помола, портландцементный клинкер, основные минеральные фазы, алит (C_3S), белит (C_2S), трехкальциевый алюминат (C_3A), алюмоферриты кальция (C_4AF), клинкеросбережение, гипс, шлаки электротермофосфорные, шлам белитовый

Развитие цементной промышленности Республики Казахстан с производственными мощностями 10 цементных заводов с общей производительностью в 10,74 млн. тонн продукции в год [1, 3] напрямую зависит от уровня развития строительной индустрии и объемов строительства, показателем которого является потребление на душу населения (более 80%) все более увеличивающихся клинкерных портландцементов с минеральными добавками [2, 3], использование которых обусловлено экономией дорогостоящего клинкера, энергосбережением при производстве цемента, уменьшением выбросов углекислого газа в атмосферу, а также необходимостью получать особые виды портландцементов, обладающих рядом специальных свойств [4].

Целью данного исследования является получение тонкомолотых малоклинкерных цементов на основе промышленных отходов (более 30 млрд. тонн) металлургической (электротермофосфорные шлаки) и химической промышленности (белитовый шлам) за счет их тонкого совместного помола, которые позволят сократить долю дорогостоящего клинкера в составе цемента (20-80%) без ущерба его потребительских свойств.

Для получения малоклинкерных цементов использовался клинкер ТОО «Стандарт Цемент». В качестве добавок использовались: гипс Баганалинского месторождения, электротермофосфорные шлаки ТОО «Ново-Джамбулский фосфорный завод», белитовый шлам АО «Алюминий Казахстана».

Электронно-микроскопические исследования и рентгеновский энергодисперсионный микроанализ клинкера (рисунок 1), гипса (рисунок 3), шлака (рисунок 4) и белитового шлама были выполнены в Испытательной региональной лаборатории инженерного профиля «Конструктивные и биохимические материалы» (ИРЛИП «КиБМ») ЮКГУ им.М.Ауэзова на растровом электронном микроскопе РЭМ JSM-6490LV с максимальной увеличивающей способностью х300 000 раз при увеличениях (х50–х1000) где были установлены их микроструктура, химический и рентгенофазовый анализы элементного состава.

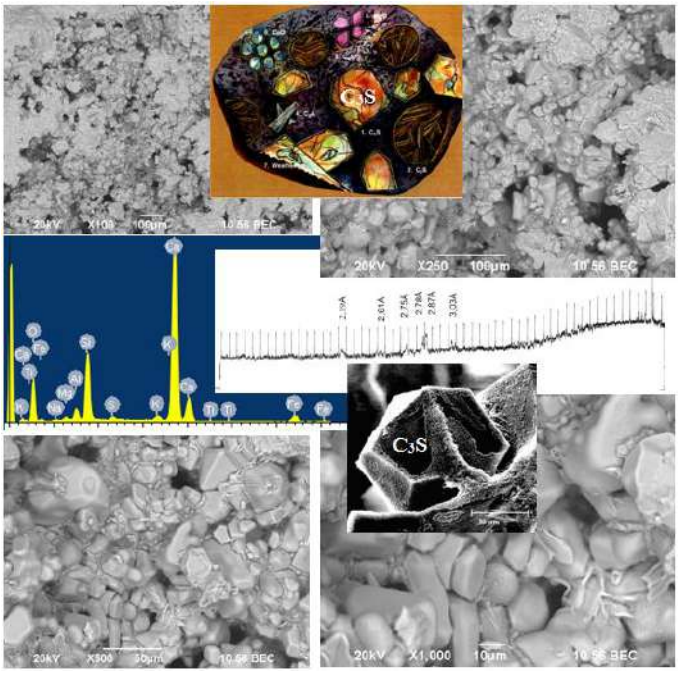


Рис. 1. Микроструктура клинкера ТОО «Стандарт Цемент»

Химический и минералогический состав портландцементного клинкера цементного завода ТОО «Стандарт Цемент» представлен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. **Химический состав клинкеров ТОО «Стандарт Цемент»**

Клинкер	CaO	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	MgO	CaOсв	ппп
1	64,47	23,07	5,54	4,33	1,81	0,80	0,36
2	64,78	21,70	5,23	4,12	1,97	0,90	0,29
3	64,78	22,73	5,86	3,77	2,30	0,74	0,11
4	64,78	22,87	5,68	4,30	1,81	0,96	0,35

Таблица 2. **Минералогический состав клинкеров ТОО «Стандарт Цемент»**

Клинкер	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	КН	n	p
1	50,17	28,29	2,08	16,84	0,86	2,34	0,78
2	63,70	14,15	2,05	15,90	0,92	2,32	0,79
3	57,32	21,92	0,05	17,81	0,89	2,36	0,64
4	52,95	25,61	1,76	17,27	0,87	2,29	0,75

Как известно, главными минеральными фазами портландцементного клинкера являются алит (C_3S 45-70%), белит (C_2S 10-35%), трехкальциевый алюминат (C_3A 2-10%) и алюмоферриты кальция (C_4AF 10-20%). Причем, алит ($3CaO \cdot SiO_2$) по диаграмме состояния двухкомпонентной системы CaO-SiO_2 (рисунок 2), является самым важным минералом в клинкере, который участвуя в процессе нарастания прочности в течение всего времени, очень активен в реакции с водой и обладает способностью быстро твердеть, развивая при этом высокую прочность, но лишь в первый месяц твердения [7].

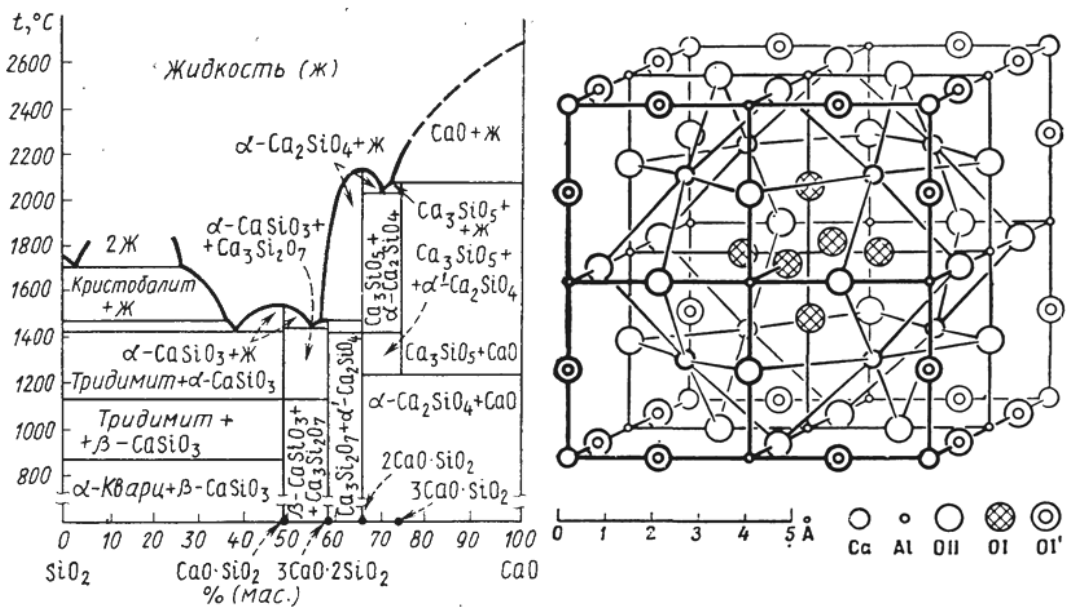


Рис. 2. Диаграмма состояния двухкомпонентной системы CaO – SiO_2 и структура трехкальциевого алюмината (C_3A)

Цементы, только что полученные из клинкеров, обычно быстро схватываются в воде, поэтому на практике необходимо уметь контролировать скорость гидратации. Наиболее эффективным оказалось введение гипса [8].

Гипс – широко распространенная осадочно-химическая природная водная соль сернокислого кальция ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), с химическим составом (%): CaO – 32,5; SO_3 – 46,6; H_2O – 20,9 (рисунок 3). Состоит из кристаллов толстотаблитчатого, призматического и столбчатого облика, двойников типа «ласточкин хвост» и крупнокристаллических, листоватых и волокнистых агрегатов [5]. Наиболее значительные залежи и мировая добыча гипса (70 млн. тонн в год) связаны с осадконакоплением в изолированных соленосных лагунах и водных бассейнах, обогащенных сернокислым кальцием, которые в начальной стадии испарения первыми выпадают в осадок, формируя основание мощных соляных толщ [6].

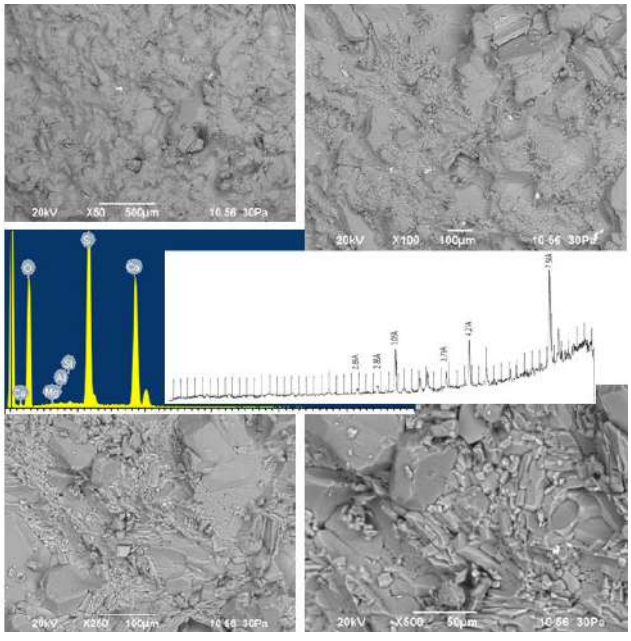


Рис. 3. Микроструктура гипса Баганалинского месторождения

В недрах одного из крупнейших азиатских производителей гипса – Китая предполагается 23 млрд. тонн прогнозных ресурсов, Бразилии оцениваются в 1,3 млрд. тонн. Разведанные запасы гипса в странах СНГ на 1991 г. составили 4300 млн. тонн (и с тех пор практически не изменились). Южно-Казахстанские месторождения гипса оцениваются в 43 млн. тонн [5, 6].

На международный рынок поступает не более 20% добываемого в мире гипса, основными экспортерами которого на протяжении последних лет остаются Канада, Мексика, Испания и Тайланд [5, 6].

В результате гидролиза C_3S при отсутствии гипса по причине быстрого взаимодействия цемента с водой происходит быстрое образование $Ca(OH)_2$св., которая сразу же взаимодействует с продуктами гидратации C_3A, образуя гидроалюминат $4CaO \cdot A1_2O_3 \cdot 13H_2O$, кристаллизующийся из сильно пересыщенного раствора CaO. Обильное образование гидроалюмината, связывание и осаждение в нем большого количества CaO вызывает внезапное быстрое схватывание, сопровождающееся интенсивным выделением тепла, но с относительно низкой конечной механической прочностью [8].

При добавлении гипса в воду сразу же произойдет образование гидросульфоалюмината кальция за счет взаимодействия сульфатных ионов с C_3A. Поскольку гидросульфоалюминат кальция практически нерастворим, он осаждается и связывает большую часть C_3A, который ускоряет реакцию схватывания и в дальнейшем после полного реагирования и гидратации силикатов и алюминатов кальция постепенный ход процесса твердения даст возможность получить высокую механическую прочность продуктов [8].

Исходя из закономерностей твердофазовых реакций и процессов спекания, в результате которых в сырьевых смесях образуются полиэвтектические промежуточные расплавы, важную роль играет механоактивация сырьевых компонентов. Поэтому добавление к сырьевой смеси заранее обожженных или расплавленных (стеклообразных) силикатов особенно ускоряет промышленный процесс. Для этой цели в работе были использованы в качестве добавки к сырью электротермофосфорные шлаки НДФЗ (рисунок 4) [8].

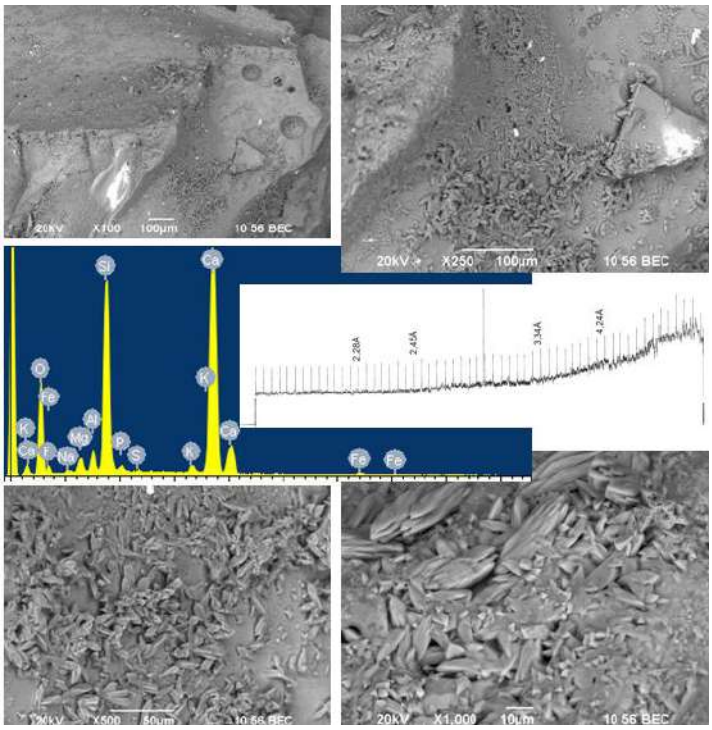


Рис. 4. Микроструктура электротермофосфорного шлака НДФЗ

Наиболее приемлемыми по химико-минералогическому составу являются гранулированные электротермофосфорные шлаки НДФЗ со стекловидной фазой (90-95%), содержащие (%): CaO – 43,91; SiO_2 – 32,78; Al_2O_3 – 3,27; MgO – 2,49; Fe_2O_3 – 0,57; F_2O_3 – 1,5; P_2O_5 – 1,4-2,0 (рисунок 3).

Для клинкеров типично сосуществование расплавленной фазы (которая при охлаждении превращается в стекловидную цементирующую массу) с включенными в нее кристаллами [8]. Существует взаимосвязь между термической обработкой клинкера и его размалываемостью, где кристаллы алита при расширении покрываются многочисленными трещинками, ускоряющие процесс размола [8].

Для определения размалываемости сырьевая смесь проходила измельчение в лабораторной вибрационной мельнице СВМ3, загруженной установленным ассортиментом мелющих металлических шаров диаметром 20 мм в количестве 10 кг, в течение 10 минут.

Определение тонкости помола по величине удельной поверхности, среднего размера частиц и газопроницаемости дисперсных сырьевых материалов осуществлялось на автономном высокоточном современном приборе ПСХ-12, принцип действия которого основан на зависимости воздухопроницаемости слоя порошка от величины его удельной поверхности.

Малоклинкерные цементы изготавливались смешиванием подготовленных компонентов в различном сочетании (таблица 3) с добавками гипса, ЭТФШ и белитового шлама.

Таблица 3. **Состав тонкомолотых малоклинкерных цементов**

№	Состав цементов, %				Удельная поверхность, S, $см^2/г$
	Клинкер	Гипс	Шлак	Белитовый шлам	
1	80	5	15	-	3340
2	70	5	15	10	3769
3	65	5	30	-	3813
4	55	5	30	10	3718
5	50	5	45	-	3501
6	40	5	45	10	4088
7	15	5	80	-	3522
8	5	5	80	10	3690

Из теста нормальной густоты, подготовленного на основе полученных вяжущих, изготавливались образцы-кубы с ребром 2 см, твердевшие в пропарочной камере нормального твердения (рисунок 5).

Вяжущее, изготовленное из смеси портландцементного клинкера, гипса, ЭТФШ и белитового шлама в соотношении 1:1 при гидратации в нормальных условиях в течение 28 суток обеспечивает набор прочности до 46,60 МПа (таблица 4).

Таблица 4. **Показатели предела прочности на сжатие**

Проба №	В/Ц, %	Предел прочности на сжатие, МПа		
		3 сут	7 сут	28 сут
1	27	42,12 38,97	39,88 33,14	44,22 46,07
2	27	10,22 11,09	18,63 20,41	46,07 46,41
3	27	2,55 2,61	4,86 5,625	35,38 30,17
4	27	28,04 36,14	38,74 36,54	46,67 44,25

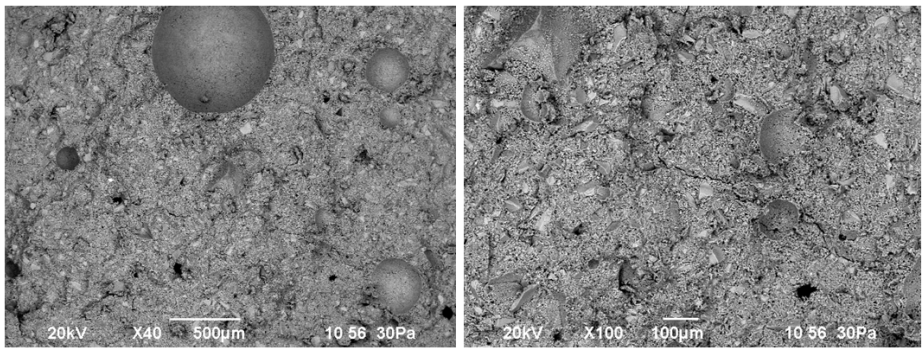


Рис. 5. Микроструктура образцов-кубов с ребром 2 см,
твердевшие в пропарочной камере нормального твердения (3 сут)

Таким образом, полученные результаты исследований позволяют утверждать, что на основе портландцементного клинкера в сочетании с изученными добавками могут быть получены тонкомолотые малоклинкерные цементы. Кроме того, изготовленные малоклинкерные портландцементы являются безусадочными, в процессе твердения получается бездефектный цементный камень с расширением 1-1,6 мм/м.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Обзор цементной отрасли в государствах-членах таможенного союза и Единого экономического пространства. Промышленность строительных материалов. Москва, 2014. – 30 с.

[2] Обзор рынка цемента в Казахстане. ИнфоМайн. Москва, 2010. – 12 с.

[3] Б.Е. Жакипбаев, А.С. Куртаев, А.Ш. Кулмаханова, Б.Б. Нарикбаев К вопросу о гидратации и твердении бетонов на основе цементирующей матрицы высокомарочных цементов. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции теоретических и прикладных разработок молодых ученых «Современные научно-практические решения и подходы, 2016». Научное издательство «Инфинити». –Москва, 2016. –С.251-255

[4] В.К. Козлова, Е.В. Шкробко, Е.Ю. Малова, А.Н. Афаньков, В.В. Коньшин Состояние и перспективы развития производства многокомпонентных малоклинкерных вяжущих веществ. Ползуновский вестник. №1. 2014. – С.72-75

[5] Обзор рынка гипса и гипсового камня в СНГ. ИнфоМайн. Москва, 2008. – 12 с.

[6] Бишимбаев В.К., Есимов Б.О., Адырбаева Т.А., Руснак В.В., Егоров Ю.В. Минерально-сырьевая и технологическая база Южно-Казахстанского кластера строительных и силикатных материалов. Монография. – Алматы, 2009. – 266 с.

[7] Б.Е. Жакипбаев, М.С. Даулетияров, Г. Жумагаликызы Роль трехкальциевого силиката в получении тонкомолотых малоклинкерных цементов. Сборник научных трудов Второй Международной научно-практической конференции теоретических и прикладных разработок молодых ученых «Современные научно-практические решения и подходы, 2016». Научное издательство «Инфинити». –Москва, 2016. –С.59-62

[8] В.Эйтель Физическая химия силикатов. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1962. – 1056 с.

Жакипбаев Б.Е., Даулетияров М.С., Күлмаханова А.Ш., Жумагаликызы Г.

Майда ұнтақталған аз клинкерлі цементтерді алу мақсатында қымбат жоғары алитті клинкерлер және өндіріс қалдықтарын оңтайлы пайдалану

Түйіндеме. Бұл мақалада қымбат клинкердің әр түрлі отандық өндіріс минералды қоспаларды (гипс, электртермофосфорлы шлактар, белитті шламдар) қосу арқылы және клинкердің мөлшерін үшкальцийлі силикатты жоғарлату арқылы азайту мақсатында оңтайлы пайдалану жолдары және мүмкіндіктері қарастырылған

Шикізат компоненттердің минералогиялық және химиялық құрамдары, рентгенфазалық және растрлы электронды микроскопиялық талдаулары келтірілген.

Кілтті сөздер: ұнтақтау майдалылығы, портландцементті клинкер, негізгі минералды фазалар, алит (C_3S), белит (C_2S), үшкальцийлі алюминаты (C_3A), кальций алюмоферриттері (C_4AF), клинкер үнемдеу, гипс, электртермофосфорлы шлактар, белитті шламдар

Zhakipbayev B.Ye., Dauletiarov M.S., Kulmakhanova A.Sh., Zhumagalikyzy G.

Rational use of costly high alite clinkers along with technogenic waste the purpose of obtaining from them a fine ground low clinker cement

Summary. This article describes the ways and possibilities of rational use of expensive clinker by introducing various local technogenic mineral additives (gypsum, slag electric thermo phosphate, belite sludge) in order to reduce the proportion of clinker part due to an increase in her tricalcium silicate.

Presents the mineralogical and chemical composition, X-ray and scanning-electron-microscopic analyzes of raw materials.

Key words: fineness of grinding, portland cement clinker, main mineral phases, alite (C_3S), belite (C_2S), tricalcium aluminate (C_3A), calcium alyumoferrite (C_4AF), clinkers savings, gypsum, slag electric thermo phosphate, sludge belite

УДК 664.69:633.1/3

Г. А. Умирзакова
(Алматы технологиялық университеті, Алматы Қазақстан Республикасы
zhan_u_a@mail.ru)

МАКАРОН ӨНІМДЕРІ ӨНДІРІСІНДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН ЖҰҚА ДИСПЕРСТІ СӘБІЗ ҰНТАҒЫНЫҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Бұл жұмыста жұқа дисперсті сәбіз ұнтағының органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері, химиялық және гранулометриялық құрамы зерттеліп және жоғары сортты бидай ұнымен салыстырмалы талдау жүргізілді. Алынған зерттеу нәтижелері көкөніс ұнтағының тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары екендігін, макарон өнімдерін тағамдық талшықтар, азотты құрамды минералдық заттар, органикалық қышқылдар, дәрумендер және табиғи бояғыштармен байыту үшін биологиялық белсенді қоспа ретінде қолдану мүмкіндігін растайды.

Түйін сөздер: макарон өнімдері, функционалды өнімдер, сәбіз ұнтағы, тағамдық құндылық, гранулометриялық құрамы.

Кіріспе

Қазіргі таңда дұрыс тамақтану индустриясының негізгі бағыты функционалды бағыттағы өнімдерді құру. Өсімдік шикізаты – тағамдық құндылығы жоғары жаңа заманауи өнімдерді алу үшін басым шикізат көзінің бірі. Көкөністер дәрумендердің, макро- және микроэлементтердің, эфир майларының, антиоксиданттардың, көмірсулардың кешенінен тұрады, оларсыз адам ағзасы қалыпты дамымайды, әсіресе қазіргі экологиялық қатал жағдайда [1-3].

Түзілген қолайсыз экологиялық жағдай, синтетикалық тағамдық қоспалардың көп мөлшерде тамақпен түсуі, салауатсыз өмір салты ағзаның барлық мүшелеріне және жүйесіне кері әсер етеді. Бауыр улы заттардың түсуіне анағұрлым сезімтал. Қазақстан тұрғындарының рационында дәстүрлі түрде жануар текті майлары басым. Бірақта құрамында холостерин үлесінің көптігінен олар ағза үшін пайдалы емес болып табылады. Холестерин қан тамырлардың қабырғаларында қалып қойып, оларда жүрек қантамыр жүйесінің ауруымен зақымдануын тудырады, қантамырларды толық бітеп тастайды. Сондықтан күнделікті тұтынатын өнімдерді сәбіз ұнтағы тәрізді, жартылай қанықпаған май қышқылдарына бай өсімдік липидтерімен байыту керек. Олар қандағы төмен тығыздықтағы (нашар холестерин) липопротеин деңгейін төмендету қабілетіне ие. Нәтижесінде атеросклероз дамуы тежеледі, қан ұюының түзілуі азаяды [4-6].

Көкөніс өнімдерінің ішінде сәбіз таралуы бойынша Қазақстанда алдыңғы орында, 2013 жылы 19,6 мың. га ауданнан 489 мың тонна тамыржеміс алынды. Шығатын өнім тепе-теңдігіне және нарықтық тартымдылығының артуына фермерлер қызығушылығын ескере отырып, соңғы жылдары селекциялық бағдарламаға асханалық сәбіздің сорттарын және будандарын құру стратегиясына кейбір түзетулер мен қайта қаралу тәсілдер енгізілді. Қазіргі уақытта Қазақстан нарығында еркін ұрықтанатын асханалық сәбіз сорттары жақсы сұранысқа ие, олардың өнімділігі және сапалық көрсеткіштері жоғары, климаттық жағдайларға бейімделгіш, ұзақ уақыт сақталынады және сақтаған кезде ауруларға төзімді, сонымен қатар технологиялық сапасы өте жақсы болады [7].

Асханалық сәбіз – жоғары қоректік, дәмдік және емдік қасиеттеріне ие маңызды көкөніс дақылы. Сәбіз әртүрлі ауру түрлеріне пайдалы: қан аздық, тыныс жолдарының қабынуы, кейбір тері, жүрек қан-тамыр ауруларына, жараның жазылу кезінде және әсіресе көз үшін [6, 8].

Жоғарыдағы мәліметтерге байланысты, функционалды макарон өнімдері өндірісінде қоспа ретінде сәбіз өнімдерінің сапасын және химиялық құрамын меңгеру оңтайлы.

Зерттеу объектілері және әдістері

Зерттеулер жүргізу үшін бастапқы материал ретінде: жоғары сортты наубайхана ұны, жұқа дисперсті сәбіз ұнтағы қолданылды және органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері, химиялық және гранулометриялық құрамы бағаланды.

МЕМСТ 27558 -87 бойынша ұнның түсін, дәмін, иісін және минералды қоспалар құрамын анықтадық.

Ұнның ылғалдылығын МЕМСТ 9404-88 бойынша тездетілген әдіспен анықтадық және пайызбен көрсетілді.

Ұнның қышқылдылығын МЕМСТ 27493-87 сәйкес сулы болтушка бойынша анықтадық және градуспен көрсеттік.

Ұнның күлділігін МЕМСТ 27494-87 бойынша азот қышқылы тездеткішін қолданумен анықтадық және пайызбен көрсеттік.

Ұнның ірілігін МЕМСТ 27560-87 бойынша қол рассевімен анықтадық. Ірілікті анықтау үшін диаметр саңылауы 20 см зертханалық елек қолданылды. Елек нөмері зерттелетін ұн сортына бекітілген МЕМСТ сәйкес болды. Жоғарғы електегі қалдықты, сонымен қатар төменгі електен өткендерді өлшеп және пайызбен көрсеттік.

МЕМСТ 20239-74 бойынша метал қоспалар құрамы анықталды, 1 кг ұн салмағынан металломагнитті қоспаларды магнитпен қолмен жүргізу жолымен анықтадық.

МЕМСТ 27559-87 бойынша нан қорының зиянкестерімен зақымдалғандығын жәндіктер мен кенелерді елеу жолымен және көзбен тірі зиянкестерді қарап анықтадық.

МЕМСТ 27839-88 бойынша стандартты әдіс бойынша шикі клейковина құрамын анықтадық және ұнның салмағына пайызбен есептедік.

Клейковина сапасы ИДК-1 аспабында анықталды және аспаптың бірлік өлшемімен көрсетілді.

Сәбіз ұнтағының органолептикалық және физика-химиялық сапалық көрсеткіштерін МЕМСТ 13340.1-77 Кептірілген көкөністер. Салмағын, пішінін және бөлшек өлшемдерін, ұнтақ ірілігін, сыртқы түрі бойынша ақаулығын, органолептикалық көрсеткіштерін және ылғалдылығын анықтау әдістеріне сәйкес анықтадық.

Кьелдал бойынша ұндағы және сәбіз ұнтағындағы ақуыздың массалық үлесін анықтадық (ГОСТ 23327-98).

Нұсқаулықта жазылған әдіс бойынша ұндағы және сәбіз ұнтағындағы көмірсу құрамын анықтадық [9].

Сокслет әдісімен ұндағы және сәбіз ұнтағындағы майдың массалық үлесін анықтадық (ГОСТ 29033 -91).

Колориметриялық әдіспен ұндағы және сәбіз ұнтағындағы РР дәруменінің құрамын анықтадық [9].

С дәруменінің құрамын анықтау үшін нұсқаулықта жазылған флуориметриялық әдісі қолданылды [9].

Колонкалы хромотография әдісімен ұндағы және сәбіз ұнтағындағы β-каротин массалық үлесі өлшенді [9].

Нұсқаулықта жазылған әдіс бойынша ұндағы және сәбіз ұнтағындағы кальций және магний құрамы өлшенді [9].

Темір құрамы – МЕМСТ 26928-86 бойынша.

Ұн және ұнтақтардың әртүрлі сынамаларының гранулометриялық құрамы «ГИУ-1» құралы базасында ақпараттық-өлшегіш жүйе (ИИС) көмегімен анықтадық (1-сурет).



1-сурет. Ұнтақ тәрізді материалдардың гранулометриялық құрамын анықтауға арналған ақпараттық-өлшегіш жүйе ГИУ-1

«ГИУ-1» оптикалық гранулометр жұмыс істеу принципі, электрондық микроскоптың заттық шынысындағы ұнтақ сынаманың көрінісін талдау негізінде «Биолам-И» микроскоп базасында құрылған. Арнайы бағдарламамен қамтылуынан автоматты түрде бөлшектерді іздеу және санау жүргізіледі, бөлшектердің жарық өткізу қабілеті, олардың өлшемдері, созымдылығы, тегістігі және ауданы бағаланады [10]. Өлшенетін бөлшек өлшемдерінің аралығы 1-250*мкм*. Бір кадрды өңдеу уақыты 0,4 *с* және әрбір сынама бойынша (10 000 бөлшек) статистикалық дұрыс нәтижені алу уақыты – 10*мин*.

МЕМСТ 26361-84 бойынша «Белизномер Блик-Р3» құралының көмегімен ұнның ақтығы анықталады (2-сурет).



2-сурет. Бидай ұнының ақтығын анықтауға арналған «Белизномер Блик Р3» құралы

Блик Р3 белизномерінің спектрлі жұмыс аймағы 540±50*нм* аралығында, өлшенетін шағылысу коэффициентінің диапазоны - 45.....90%, шағылысу коэффициенті өлшемінің орташа квадраттық ауытқуы - 0,3%, негізгі абсолюттік қателік өлшемі - 1,0% және дайындалған сынаманың жолдарын автоматты түрде өлшеу саны 10 дана. Бір сынаманың ақтығын анықтау уақыты, 60 *с* жоғары емес.

Chroma meter Cr-410 құралын қолданумен ұнның түстік сипаттамаларын анықтадық (3 сурет). Үшпозициялы колориметр жұмыс істеу әрекеті зерттелетін үлгіден жарық толқындарының шағылысу коэффициентін өлшеуге негізделген. Құрал екі түрлі жүйе, сонымен қатар сарылығы түс координаттары есептелу нәтижесі негізінде әртүрлі толқын ұзындығында үш өлшем шығарады [11].



3- сурет. Ұнның түстік сипаттамаларын анықтауға арналған «Chroma meter CR-410» құрал - «Konica Minolta» фирмасы - Жапония

Нәтижелер және оларды талқылау

Зерттеудің бірінші кезеңінде жоғары сортты бидай ұнының органолептикалық (түсі, иісі, дәмі, қышырлығы) және физика-химиялық (ылғалдылығы, күлділігі, ақтығы,клейковина мөлшері мен сапасы, қышқылдылығы, ұнтақ ірілігі, металлоқоспа құрамы) көрсеткіштері және сәбіз ұнтағының органолептикалық (сыртқы түрі, жентектелуі, түсі, созылғыштығы, себілшіштігі, қаттылығы, иісі, дәмі)

және физика-химиялық (ылғалдылығы, қышқылдылығы, себілу тығыздығы, гранулометриялық құрамы, ісінгіштігі, ылғалұстағыш қабілеті) көрсеткіштері. 1 және 2 кестелерде зерттеу нәтижелері көрсетілген.

1-кесте. **Бидай ұнының сипаттамасы**

Көрсеткіштер аталуы	Жоғары сортты наубайханалық бидай ұны
Түсі	ақ
Дәмі және иісі	өзіне тән
Минералды қоспа құрамы	табылмады
Ылғалдылығы, % жоғары емес	12,3
Күлділігі, %	0,7
Ұышқылдылығы, град	2,3
Шикі клейковина құрамы, %	31,7
Клейковина қасиеттері: - сығылуы, ИДК-1 құрал бірлінде - сызғышта керілуі, см.	 74 14,5
Ұнтақ ірілігі: - електегі қалдық, % - електен өткені, %	 № 43-4,0 -
Ақтығы, РЗ-БПЛ құрал бірлінде	56
Металломагнитті қоспа, 1 кг ұнда мг	табылмады
Нан қорының зиянкестерімен зақымдалуы	табылмады

1-кестеде жоғары сортты наубайханалық бидай ұнының органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері көрсетілген. Жоғары сортты наубайханалық бидай ұнының ылғалдылығы, күлділігі және қышқылдылығы қалыпты. Шикі клейковина құрамын, оның сызғышта керілуін және ұн ақтығын тек қана жоғары сортты наубайханалық бидай ұны үшін анықтадық, себебі сәбіз ұнтағында жоқ болғандықтан. Клейковина құрамы 31,7 %. Сызғышта оның керілуі 14,5 см. Ұн ақтығы 56 ед. Ұнтақ ірілігін елетегі қалдық және електен өткені бойынша талдадық. Кестеде көрсетілгендей жоғары сортты наубайханалық бидай ұнының ірілігі № 43-4,0т құрайды.

Ұнның металломагнитті қоспа және нан қорының зиынкестерімен залалдануы табылмады.

Сәбіз ұнтағының органолептикалық және физика-химиялық сапалық көрсеткіштері 2-кестеде көрсетілген.

2-кесте. **Сәбіз ұнтағының органолептикалық және физика-химиялық сапалық көрсеткіштері**

Көрсеткіштер аталуы	**Сәбіз ұнтағы**
Органолептикалық:	
Сыртқы түрі	жұқадисперсті ұнтақ, біртекті, қоспасыз
Жентектелуі	аздап жентектелген
Түсі	ақшыл-сары
Созымдылығы	жоғары
Себілгіштігі	орташа
Қаттылығы	төмен
Иісі	піскен сәбіз
Дәмі	піскен сәбіз

Физика-химиялық:	
Ылғалдылығы, %	2,9
Жалпы қышқылдылығы (алма қышқылын қосқанда), %	1,6
Себілу тығыздығы, г/см^3 0,42	
Бөлшектердің орташаэквиваленттік өлшем ($d_{экв}$), мкм	72
Ісінуі, мл/г	11,2
Ылғал өткізгіштік қабілеті, %	174

2-кестеде көрсетілгендей сәбіз ұнтағының түсі ақшыл сары және жағымды, анық сәбіз дәмді. Сумен араластырғанда табиғидан ерекшеленбейтін езбе түзіледі. Сәбіз ұнтағы сақтауға төзімсіз, бөгде қоспалардың дәмі мен иісін алады. Толықтырғыштарды қолдану, әсіресе крахмалды өнім сақтау ұзақтығын екі есе арттырады. Сәбіз ұнтағының сақтау мерзімі 3 айдан жоғары емес.

Жоғары сортты наубайханалық ұнға қарағанда ұнтақтардың ылғал сіңіру қабілеті жоғары. Бұл түйіршік өлшемдеріне байланысты, жұқа дисперсті сәбіз ұнтағының түйіршік өлшемі 72 мкм, яғни наубайханалық ұн түйіршігі өлшемінен кіші – 107 мкм. Сәбіз ұнтағы жоғары сортты наубайханалық ұнға қарағанда клетчаткаға бай, қамыр түзілу процесіне, макарон өнімдерін қалыптауға және кептіруге әсер етеді.

Жоғарыда берілгендерге байланысты, макарон өнімдерін байыту үшін биологиялық белсенді қоспа ретінде көкөніс дақылдарын қолдану оңтайлылығын негіздеу үшін, ұнның тағамдық құндылығын меңгеру бойынша зерттеулер және жоғары сортты наубайханалық ұнымен салыстырмалы талдау жүргізілді.

Макарон өнімдері өндірісіндегі жоғары сортты наубайханалық ұнның және сәбіз ұнтағының химиялық құрамының зерттеулер нәтижелері 3-кестеде көрсетілген.

3-кесте. **Жоғары сортты наубайханалық ұнның және сәбіз ұнтағының химиялық құрамы**

Көрсеткіштер аталуы	Жоғары сортты наубайханалық ұн	Сәбіз ұнтағы
Ақуыздар, г/100г	10,3	7,8
Майлар, г/100г	1,3	-
Көмірсулар, г/100г	73,5	49,2
Клетчатка, г/100г	0,2	7,2
Алма қышқылын есептегендегі органикалық қышқылдар	-	0,8
Na	11,5	59
K	173	967
Ca	24,5	105
Mg	43,2	56
P	117	294
Fe	1,9	3
β-каротин	-	40
B_1	0,2	0,12
B_2	0,10	0,30
PP	2,0	2,6
C	-	10,0

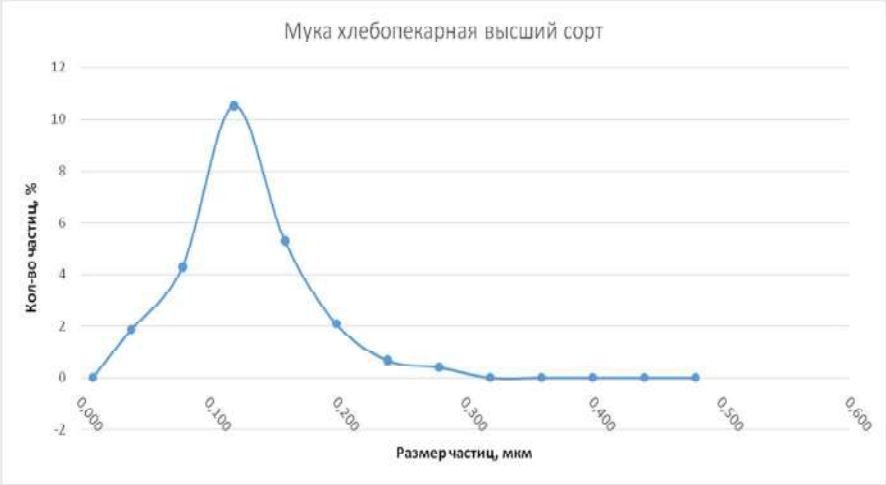
Салыстырмалы талдау жоғары сортты наубайханалық бидай ұнына қарағанда сәбіз ұнтағының құрамында ақуыз және көмірсу құрамының ерекшелігін көрсетті. Сәбіз ұнтағында бидай ұнына қарағанда клетчатка құрамы шамамен 5 есе көп. Минералдық заттар құрамында да ерекшеліктер байқалады. Мысалы, сәбіз ұнтағында жоғары сортты наубайханалық бидай ұнына қарағанда Na, K және Ca құрамы шамамен 4 есе көп, P, Fe құрамы шамамен 2 есе көп. Дәрумендік құрамында да ерекшеліктер бар. Әсіресе жоғары сортты наубайханалық бидай ұнының құрамында жоқ β-каротин және C дәрумені құрамын атап өту керек.

Жоғары сортты наубайханалық бидай ұнымен сәбіз ұнтағының химиялық құрамы мәліметтерін салыстырмалы талдай келе, шамамен барлық көрсеткіштерден ерекшеліктер байқалады.

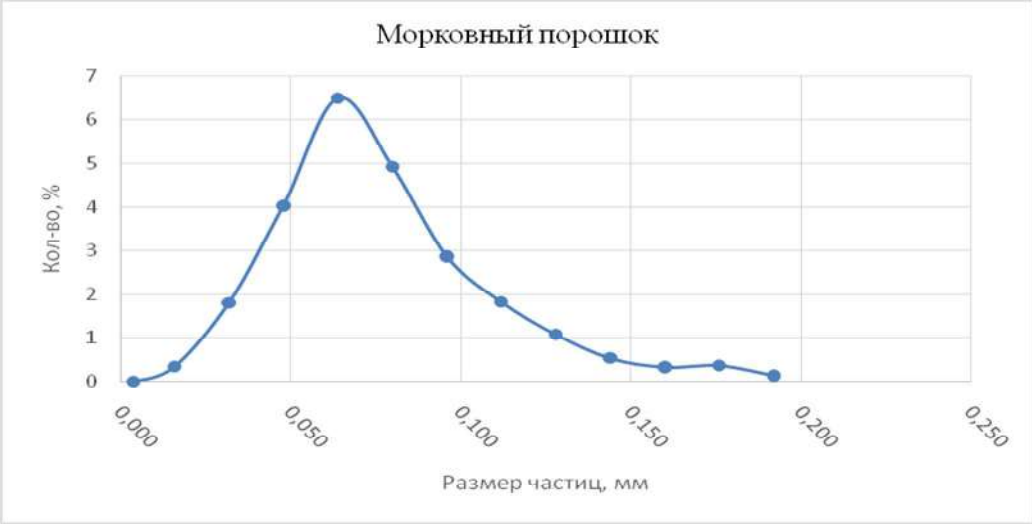
Функционалды макарон өнімдері өндірісінде қолданылатын жоғары сортты наубайханалық бидай ұнының, жұқа дисперсті сәбіз ұнтағының гранулометриялық құрамы зерттелді. Зерттеулер ФГАНУ НИИХП тағам орталарының реологиясы орталығында жүргізілді

(Мәскеу қ., Ресей Федерациясы).

Жоғары сортты наубайханалық бидай ұнының, жұқа дисперсті сәбіз ұнтағының гранулометриялық құрамының зерттеулер нәтижелері 1 және 2 суреттерде және 4 кестеде келтірілген.



4-сурет. Жоғары сортты наубайханалық бидай ұнының гранулометриялық құрамы



5- сурет. Жұқа дисперсті сәбіз ұнтағының гранулометриялық құрамы

4 және 5 суреттерде көрсетілгендей, наубайханалық ұнның гранулометриялық құрамы сәбіз ұнтағына қарағанда жоғары. 4 кестеде талданған дисперстік жүйе бөлшектерінің орташа эквиваленттік мәндері және олардың морфологиялық ерекшеліктерінің параметрлері келтірілген.

4-кесте. **Әртүрлі ұн түрлерінің дисперстілігі және олардың бөлшектерінің морфологиялық ерекшеліктері**

Шикізаттар	dэкв	Тегістігі	Созымдылығы	Жарық өткізгіштік қабілеті
Жоғары сортты наубайханалық ұн	107 мкм	2	1,66	0,86
Сәбіз ұнтағы	72 мкм	2,05	1,75	0,8

5-кесте мәліметтерін талдау көрсеткендей, сарылық көрсеткіші бойынша сәбіз ұнтағы жоғары көрсеткішке ие.

5-кесте. **CR-410 и Блик- Р3 құралдары көмегімен бақыланатын дисперстік жүйелердің түстік сипаттамалары**

№	Ұн түрі	CR-410				Блик Р-3
		L	a	B	Сарылығы	Ақтығы, Р3-БПЛ құрал бірлігінде
1	Ж/с наубайханалық бидай ұны	92,99	0,425	9,345	0,101	56,4
2	Сәбіз ұнтағы	80,71	15,585	32,39	0,402	-

Өнім түсі негізгі және қосымша шикізаттар түсіне, өндірістің технологиялық процессін енгізу шартына байланысты. Қатты бидайдың макарондық ұнынан дайындалған өнімдер сары түсті болады. Наубайханалық ұннан алынған өнімдер үшін ақ немесе аздап крем түсі тән. Сәбіз ұнтағын енгізу, функционалды макарон өнімдері үшін қажетті тауар түрін алумен түсіндіріледі.

Сол себепті, көкөніс ұнтақтары құнды химиялық құрамы арқасында, тағамдық талшықтар, азотты құрамды минералды заттар, органикалық қышқылдар, дәрумендер және табиғи бояғыштармен макарон өнімдерін байыту көзі болып табылатынын алынған зерттеу нәтижелері растайды.

Қорытынды

Алынған эксперименттік мәліметтер негізінде:

- жоғары сортты наубайханалық бидай ұнының, жұқа дисперсті сәбіз ұнтағының гранулометриялық және химиялық құрамы және олардың түстік сипаттамалары орнатылды;
- сәбіз ұнтағы жоғары сортты наубайханалық ұнға қарағанда сарылығы бойынша өте жоғары көрсеткішке ие екені көрсетілді;
- макарон өнімдерінің түсін және химиялық құрамын реттеу үшін сәбіз ұнтағын қолдануға ұсынуға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Кудряшева А.А. Влияние питания на здоровье человека // Пищевая промышленность. – 2004. – № 12. – С.88-90.

[2] Рождественская Л.Н. Обоснование перспективных направлений проектирования продуктов функционального питания // Пищевая промышленность. – 2012. – №11. – С.14-16.

[3] Кочеткова А.А., Тужилкин В.И. Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе // Пищевая промышленность. – 2003. – №5. – С.8-10.

[4] Искакова Г.К., Изтаев А.И., Кулажанов Т.К., Маемеров М.М., Изтаев Б.А. Технология хлеба и макаронных изделий с применением озонированной и ионоозонированной воды (монография). – Алматы: АТУ, 2011.-216 с.

[5] Изтаев А., Искакова Г.К. Инновационные технологии макаронных изделий на основе муки зерновых и бобовых культур: монография. – Алматы: Полиграфия-сервис и К°, 2014.- 264с.

[6] Изтаев А., Кулажанов Т.К., Искакова Г.К., Изтаев Б.А., Баймаганбетова Г.Б. Инновационные технологии макаронных изделий функционального назначения (монография). – Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2015.-188 с.

[7] Амиров Б.М., Амирова Ж.С., Манабаева У.А. Продуктивные характеристики сортообразцов столовой моркови в питомнике предварительного испытания / Материалы республиканской научно-практической конференции молодых ученых «Наука. Образование. Молодежь»: - 16-17 апреля 2015 г. – Алматы: АТУ, 2015. - С. 271-273

[8] Амиров Б.М., Жасыбаева К.Р., Манабаева У.А. Новый сорт столовой моркови дербес /Научное обеспечение картофелеводства, овощеводства и бахчеводства: достижения и перспективы: сборник научных трудов международной научно-практической конференции: - 11-12 декабря 2013 г. – Алматы: КазНИИКО, с. Кайнар, 2013.- С. 72-76.

[9] Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов /под ред. И.М.Скурихина, В.А.Тутельяна. – М.: Брандес, Медицина, 1998. – 342 с.

[10] Методика определения гранулометрического состава на ИИС ГИУ-1.- Центр реологии пищевых сред ГАНУ НИИХП.- г. Москва

[11] Методика определения цветовых характеристик на приборе Chroma meter Cr-440. - Центр реологии пищевых сред ГАНУ НИИХП.- г. Москва

Умирзакова Г.А.

Исследование качества тонкодисперсного морковного порошка в производстве макаронных изделий

Резюме. В работе исследованы органолептические и физико-химические показатели, химический и гранулометрический состав тонкодисперсного морковного порошка и проведен сравнительный анализ с пшеничной мукой высшего сорта. Полученные результаты исследований свидетельствуют о высокой пищевой и биологической ценности овощного порошка, возможности использования их в качестве биологически активных добавок для обогащения макаронных изделий пищевыми волокнами, азотосодержащими минеральными веществами, органическими кислотами, витаминами и натуральными красителями.

Ключевые слова: макаронные изделия, функциональные продукты, морковный порошок, пищевая ценность, гранулометрический состав.

Umirzakova G.A.

Research of quality of the micronized carrot powder is in production of pastas

Symmary. Organoleptic and physical and chemical indexes, chemical and grain-size composition of the micronized carrot powder is in-process investigational and a comparative analysis is conducted with the wheat flour of top grade.

The got results of researches testify to the high food and biological value of vegetable powder, possibilities of the use of them as bioactive additions for enriching of pastas food fibres, nitrogen-bearing by mineral substances, organic acids, vitamins and nature-colours .

Key words: pastas, functional products, carrot powder, food value, grain-size distribution.

УДК 510.5, 519.768.2

A. Kartbayev
(Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan, a.kartbayev@gmail.com)

A SURVEY ON PHRASE TABLE REFINEMENT FOR KAZAKH STATISTICAL MACHINE TRANSLATION

Annotation. Basic inference of phrase tables from multiple word alignments and errors produced by misaligned words constantly affects to overall translation quality. The process of elimination of the uninformative and confusing phrases from phrase tables is a common practice in MT system training. These jobs mainly may be done semi-manually, and the methods involving automatic estimation of accuracy are highly important in order to process larger training datasets. In this paper we introduce the new concept of phrase table processing and demonstrate their advantages in better phrase table extraction from raw word alignments. We propose an approach for phrase table alignment where each fragment of initial file contains phrase-to-probability columns is defined on the base units, which help to identify noisy phrases and clear them out. Information stored in the columns contains single areas are similar to the phrase-based syntax tree. We checked our method out on Moses SMT toolkit and can compare our performance score

with other methods. Our method can help extract phrases more accurately, especially on sparse data, and may improve machine translation quality.

Key words: phrase table, machine translation, translation quality, phrase extraction.

Machine translation is a key principle for artificial intelligence, it has a set of mathematical models, and it may enable looking into the instances of natural language processing. Phrase table extraction is a major part of translation model construction; it presents an internal structure of the model and affects to its functionality. We had a chance to describe a novel approach to the main characteristics of the training blueprint in terms of word error rate reduction. The focus on dynamic methods is initssimplicity and convenience, by reducing the word correspondence error in word alignment matrix, we not only simplify the characteristics of the model, but also make it solid and comprehensible. This research area is a most common routine used in terms of maximum likelihood estimation that nearly a half of the paper citations points to these types of the research. We refer to the number of new discussions, where extended experiments practically unfolded that our new approaches can find asignificantbenefit, which is as noticeable as the old classic data training methods. We have an intention to use these systems like a reference method and made sure in their edge for an experimental study.There are a little difference between our results in baseline training and the new approach on a small size Kazakh-English corpus, and it suits to our current assessment about the estimated values obtained from the training process.

Statistical machine translation (SMT) is a form of machine translation (MT), which uses statistical tools to determine the most likely translation suggestions. Moreover, it considers the process of translation as a "noisy channel". A sentence *e* passes through a "noisy channel" and will be converted into *f*. The goal of this process is to find a likelihood of maximized *e*, which is translation of observed results *f*[1].

$$e = \underset{e}{argmax} P(e|f) \tag{1}$$

In order to compute the probability of this model by using an integral function, we unfold the task by Bayesian formula:

$$e = \underset{e}{argmax} P(f|e)P(e)/P(f) = \underset{e}{argmax} P(f|e)P(e) \tag{2}$$

You can ignore the denominator of *P(f)*, as it is the same for every *e*. You may notice that the last equation handle with translation better than the previous equation, considering the process as two full parts. In the first equation, the model *P(e|f)* should clarify that *f* is translated to *e*, and quality of the sentence is well-written in English. In the last equation, the model for *P(e|f)* focuses only on the probability that *e* is translation of *f* whether it is a correctly formed sentence in French *f*. Furthermore, the model for *P(e)* explains this probability, that *e* is an English sentence, regardless of the translation process.The first model is named a model of translation, while the second is a language model. *Argmax* operator encodes a process of finding an English sentence *e*, which maximizes its probability. This process is named as "decoding". For a sentence *e*, where $e = w_1 \dots w_n$, *P* is defined as follows:

$$P(e) = P(w_1)P(w_n|w_{n-1}, w_{n-2}, \dots, w_1) = P(w_1)\prod_{i=2}^{n} P(w_i|w_{i-1}, w_{i-2}, \dots, w_1) \tag{3}$$

If we assume that each word is dependent only on the previous word, then we have:

$$P(e) = P(w_1)\prod_{i=2}^{n} P(w_i|w_{i-1}) = P(w_1)\prod_{i-2}^{n} \frac{P(w_{i-1}, w_i)}{P(w_{i-1})} \tag{4}$$

This is traditionally named a bigram model [2]. A more realistic assumption would be that each word would depend on the previous two words that are named as a trigram model. The probability value of each n-gram is calculated by its frequency in the corpus. Models with a relatively larger context may be more accurate, but may suffer from the problem of lack of data. For language models compiled from insufficient data, some word-chains cannot be formed. To avoid this, we use a smoothing technique, which adjusts the model to balance for a lack of data. There are quite a lot of smoothing techniques that are suitable to the task in different ways; however, every method should assign a non-zero value to the chains at the least, which are not found in a data stream.

Language model is a function, which is based only on the target language; it seeks to cover the probability value that a given sequence of words will occur in that language. This model gives us the probability of a sequence of words, computed by n-grams in a monolingual target corpus. For n-gram with length *n*, the probability is defined as:

$$P(t_i|t_{i-1},\dots,t_{i-n+1}) - \frac{count(t_i,t_{i-1},\dots,t_{i-n+1})}{\sum_{t_i'} count(t_i',t_{i-1}\dots t_{i-n+1})} \quad (5)$$

As in the case of most language models, a basic idea of translation using bilingual corpora from source to the target language is to find a correspondence between the words in source and target sentences, as well as IBM Model 3 is based on this simple idea. The main settings of Model 3 for the translation process from Kazakh to the English language defined as follows. At first, it is the translation parameter $\iota(f \vee e)$: a probability of translation, in this case from e to f. Also it uses the performance parameter $n(\emptyset|e)$: a probability of correspondence between e and $\emptyset$, the distortion parameter. The settings are estimated after reordering of words by expectation maximization algorithm is completed, and are used to create a model that explains a transfer rule from *e* to *f*. These systems give the most likely translation of each word, and the most likely order of these word chains. Readers can take note to Brown and others for additional details [3].

We show results for three specific data sets from Kazakh-English corpus, each of them contains thousands of sentences. These sentences differ by length, structure and semantics. General approach works as follows: first we get the sentences that were aligned through the correspondence between words in the word sequences, and then has to be built a word alignment file. Further we produce accurate extractions of the phrase table for closely related sentences. By the way, a phrase table may contain phrases that are a little different from each other. Especially, it happens for a large source of data, and we face a difficulty to align it properly. We cut all fragments that could be considered "not possible to align", or have poorly related parts based on high error rate.

Although this type of estimation is a large challenging task, there is clear evidence that analyses of bigger word phrase tables may have a higher impact than more accurate selection of improved samples. Not all files may be improved through the phrase selection; there are a lot of questions, particularly about the inference of reordering, duplications, and data shortage. Many models and algorithms use comparative evaluation that has not been properly addressed earlier. The standard method for phrase-based translation is the Bayesian inference [4]. It works in the case of phrase relation like the entire sequence of words is a single unit. Most prominent alternatives suffer from the common problem,when likelihood ratio has to be applied to probabilistic models [5].

Most of the unique characteristics we use to describe a dataset have to fit with the translation model. Possible translation model may be computed quite precisely, whether a maximum-likelihood estimation process of the model is done, and we have a series of reasonable results[6]. Moreover, this process can be extended by taking into account distributions of the rare words like long predicates. Today we got slightly considerable results about the combinatorial feature of the algorithm, especially, when a set of the words is not well distributed. We are able to extend these schemes to segment unlinked words under the certain criteria, although the effectiveness of the phrase table made by our approach remains to be established in a considerable level. If we apply the selection approaches to datasets, as well as reuse relevant characteristics of the data, then its completeness should a bit challenging.

We started our experiments based on a set of operations applied to phrases from the phrase table, and each phrase is potentially may be chosen, so it could be included to the final table.By review the basics of word alignment and quality estimation in previous works, we did a brief conclusion about Hidden Markov Model (HMM)[7] of word sequences and its performance score, hence in this work we also discuss a statistical criteria of phrase table refinement. There is a class of the machine learning methods that computes word structures without needing a full knowledge about its morphological nature.

We introduce the concept of relevant affixes, which signals that segments of the word are valuable not just in word formation, but also matters in analysis as well. Particularly, there are not enough consistent methods that can give us clues about the using this information in practical way. These methods are re-

sources and time consuming, that instead of using morphological analysis alone, we design a new algorithm to extract useful phrases. We consider the major challenge as a clustering problem.

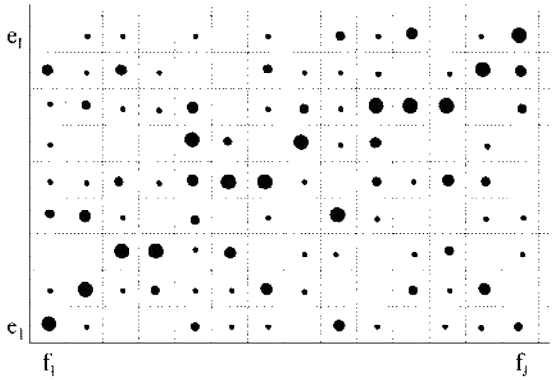


Figure 1. Initial word alignment.

Our goal is to cluster the phrases like the phrase-to-probability pairs with the relevant phrases could be spotted in the specific cluster. It should help to properly classify the phrases that all "noisy" data from the clusters have to be eliminated. There are number of key elements in our method: a distance measure between different sort of phrases; a clustering algorithm; a statistical criteria to split noisy clusters. So, we name this method like a morphological phrase table refinement. The distance measure is based on the number of consistent phrases. The clusters with score above an average threshold are eliminated. By claiming that the word alignment object is an initial structure rather than final stage of our model development, we could accurately construct the semantic roles of long phrases in morphological analysis.

We study the performance of the translation system with the different phrase table sets, and there are different levels of processing, where the system needs to be tested. A sort of definition that we use to describe the system states seems equivocal, and then we use a strict morphological framework. Obviously, it is an issue of critical importance to all systems, how the translation hypotheses would not be identified. Therefore to have a common interpretation of the result for any kind of the system analysis thus we meet necessity for comparable word structures.The probability distributions represented as a gradient can be regarded as a very close estimation of these comparable structures that potentially retain hypotheses about words. As we discussed above, these hypotheses can be produced through maximizing a relation between phrase pairs, n-grams and their historical sequences. This final assumption has a substantial uncertainty in many cases.

We expected some concerns withthe evaluation metricsaccording to anuncertainty of the translation quality produced by the MT system. Thus our evaluation plan highly correlatesto the scores, which human judges usually do and it follows main guidelines to be more adequate. Our best system increases 2 BLEU[8] points over the Kazakh-English baseline on a blind test set.

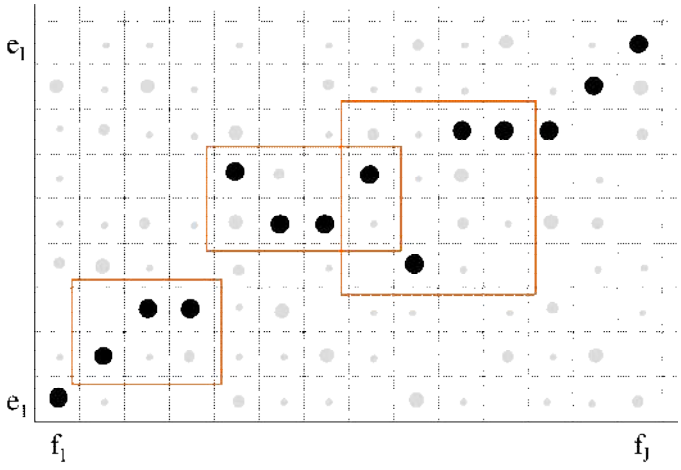


Figure 2. Final word alignment.

Қартбаев А.Ж.

Қазақша машиналық аудару үшін сөз тіркестері кестелерін дұрыстауды зерттеу

Түйіндеме. Бұл мақалада бізсөз құрамы әртүрлі тілдер жұбынан құралғанмашинамен аудару жүйелерінің сөз тіркестері кестелерін жақсартуәдістерін қарастырамыз. Осы жұмыста қозғалатын зерттеулер үшін негізгі машиналық үйрену методтарының қолданудағы ұтымдылығын анықтауды мақсат тұттық.

Негізгі сөздер: сөз тіркестері кестесі, машиналық аудару, аудару сапасы, сөз тіркестерін сараптау.

Картбаев А.Ж.

Исследование способов улучшение фразовых таблиц для казахского статистического машинного перевода

Резюме. В этой статье мы рассматриваем методы улучшения фразовых таблиц дляязыковой пары с различной морфологией в системах машинного перевода. Для достижения цели этой работы мы рассмотрели преимущества ряда методов машинного обучения.

Ключевые слова: фразовые таблицы, машинный перевод, качество перевода, анализ фразовых таблиц.

УДК 621.31(075)

М.Ж. Кәдірбеков
(Казахский Национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева
Алматы, Республики Казахстан,maulen_box@mail.ru)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЕ ЗАРЯДНЫМИ СТАНЦИЯМИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Аннотация. Многие страны на сегодняшний день ориентируются на решение будущих потребностей в энергии. В быстро растущем и меняющемся мире, достижение устойчивого развития транспорта стало жизненно важной миссией. Электромобили (ЭМ) представляют собой одну из наиболее перспективных путей к увеличению энергетической безопасности и сокращению выбросов парниковых газов и других загрязняющих веществ. ЭМ помогает диверсификации топливного баланса, снижая зависимость от нефти, путем подключения к источнику электроэнергии, которая в большинстве случаев внутри страны относительно недорога. При этом у электромобиля есть потенциал для развития инноваций и создания новых высокотехнологичных отраслей, которые будут стимулировать рост рабочих мест и развивать экономику.

Ключевые слова: Элетромобиль, зарядная станция, технология сборки, топливый баланс, RFID карточки, стандарт J1772.

В данной статье описан процесс разработки ЗС: технология сборки, процесс программирования и компиляции программ для микроконтроллеров, техническое описание компонентов.

Были проведены работы по изучению зарубежного опыта по созданию инфраструктуры для электромобильного транспорта. Проанализированы характеристики и цены предлагаемых ЗС зарубежных производителей.

Под зарядной станцией понимается устройство, предназначенное для связи между электромобилем и сетью электропитания. Разница между зарядной станцией и обычной электрической розеткой в том, что зарядная станция имеет:

- систему идентификации пользователя (RFID карточки);
- систему индикации состояния;
- систему защиты от поражения электрическим током;
- систему учета потребляемой электрической энергии;
- систему удаленного управления через сети Internet. Управление осуществляется с помощью специально разработанной оболочки, запускаемой на серверной рабочей станции;
- разъем, соответствующий стандарту J1772 для электромобилей;
- систему взаимодействия с электромобилем по международному стандарту J1772.

Для создания сети зарядных станций произведена работа по анализу рынка предлагаемых зарядных станций дальнего и ближнего зарубежья. На сегодняшний день в Казахстане отсутствуют

официальные представители по продажам электромобильного транспорта. В виду этого отсутствуют официальные представители и компании по продаже зарядных станций и созданию инфраструктуры для электромобилей. Однако мировой обзор рынка показывает, что разнообразие и вид зарядных станций очень велик. Далее приведена таблица 1 с наименованиями зарядных станций предлагаемых в свободной продаже в РФ. Анализ рынка РФ связан с принятым соглашением по таможенному союзу ЕАЭС, что позволяет доступно и недорого приобрести товары и услуги в этих странах.

Внешний вид изготовленного прототипа показан на рисунке 1. Высота трубчатого корпуса составляет 1000 мм. Диаметр 180 мм. Длина кабеля составляет 8 м. Трубчатый корпус состоит из нержавеющей стали, внутрь которого задвигается капсула, изготовленная из акрила. Выбор материала из нержавеющей стали позволил обеспечить необходимую жесткость, не увеличив при этом общий вес станции. Акриловый корпус, внутри которого размещаются все элементы станции, легко поддается обработке и его прозрачность позволяет наглядно наблюдать за состоянием электронных компонентов.

Выдвижной принцип, заложенный при изготовлении зарядной станции, позволяет при модернизации или ремонте станции быстро заменить капсулу зарядной станции не теряя времени на демонтаж корпуса.



Рис. 1. Внешний вид зарядной станции

На рисунке 2 показаны элементы, составляющие зарядную станцию.

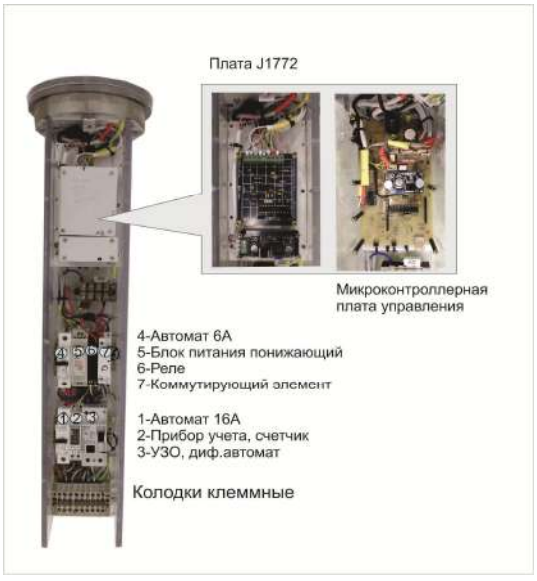


Рис. 2. Обозначение элементов зарядной станции

Режимы подзарядки.С развитием электротранспорта европейские и американские производители электротехнического оборудования приступили к производству устройств, необходимых для зарядки электромобилей. Для унификации и создания стандартизованных разъёмов и режимов зарядки аккумуляторных батарей электромобилей было принято решение разработать ряд стандартов, характеризующих режим и способ зарядки электромобиля. В создании таких стандартов приняла участие Международная электротехническая комиссия (International Electrotechnical Commission, IEC). Результатом работы комиссии стал перечень международных стандартов, систематизирующих и регулирующих способы подключения зарядных устройств к электромобилю (виды коннекторов), а также описывающих 21 допустимые режимы зарядки электромобилей [1]. Собственно последние как раз и описаны в стандарте IEC 61851-1, согласно которому возможны следующие варианты подзарядки:

– Mode 1 – медленная зарядка переменным током от бытовой сети. Класс стандартных бытовых розеток варьируется в различных районах мира. В большинстве европейских стран стандартные розетки часто рассчитаны на напряжение 230 В, силу тока 16 А и выдают мощность до 3,7 кВт. Зарядка при таком режиме может занять от 8 до 14 ч [18];

– Mode 2 – медленная зарядка переменным током от бытовой сети с использованием системы защиты от поражения электрическим током, расположенной внутри кабеля [1];

– Mode 3 – медленная или быстрая зарядка переменным током с использованием специального разъёма, в котором реализована система защиты и контроля за ходом зарядки электромобиля. В этом случае зарядка производится переменным током до 32 А при напряжении до 380 В и мощности до 22 кВт. Время зарядки может составлять от 4 до 5 ч [18];

– Mode 4, он же стандарт CHAdeMo – быстрая зарядка постоянным током силой до 125 А при напряжении до 550 В и мощности до 50 кВт с использованием внешнего источника питания. Время зарядки – 15- 40 мин.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Глубчик Т.В. Определение характеристик зарядных станций для электротранспорта. Вестник ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» М., – 2014 г.

[2]Создание инфраструктуры для электромобилей [электронный ресурс]:http://ecomotors.ru/

[3]Гуревич В.И. Электрические реле. Устройство, принцип действия и применения. Настольная книга электротехника. Москва: ДМК Пресс, 2012. – 688 с.

[4]Тест драйф электромобилей [Электронный ресурс] Новостной канал http://www.3dnews.ru/619231.

Кәдірбеков М.Ж.

Электрокөліктерге арналған қуаттау станциясының басқару жүйесін дамыту

Түйіндеме. Көптеген елдер бүгін болашақ энергетикалық қажеттіліктерін шешімімен басшылыққа алуда. Қарқынды дамып келе жатқан және өзгеретін әлемде, орнықты көлік жетістігі өмірлік миссияға айналды.Электр көлік құралдары энергетикалық қауіпсіздігін арттыруға және парниктік газдар шығындарын және басқа да ластаушы заттарды азайту үшін ең перспективалы тәсілдерінің бірі болып табылады.Электр көлік елде көп жағдайда салыстырмалы түрде қымбат емес, қуат көзіне қосу арқылы, мұнай тәуелділігін төмендете отырып, отын қоспасын әртараптандыруға көмектеседі.Сонымен қатар электр көлік құралдары инновациялар мен жаңа жұмыс орындарын өсуін ынталандыру және экономиканы дамытатын жаңа жоғары технологиялық өндірістерді құру үшін маңыздылығы бар .

Кілттік сөз: Электр көлік,қуаттау станция,отын балансы, RFID картасы, J1772 стандарты.

Кәдірбеков М.Ж.

Development of management charging stations for electric vehicles

Annotation. Many countries today are guided by the decision of future energy needs . In the rapidly growing and changing world , the achievement of sustainable transport has become a vital mission. Electric vehicles (EM) represent one of the most promising ways to increase energy security and reduce greenhouse gas emissions and other pollutants.EM helps to diversify the fuel mix, reducing dependence on oil, by connecting to a power source , which in most cases in the country is relatively inexpensive.At the same time an electric vehicle has the potential for innovation and creation of new high-tech industries , which will stimulate the growth of jobs and develop the economy .

Keywords. Eletromobil ,charging station,assembly technology,fuel balance, RFID cards,J1772 standard.

УДК 004. 032.26 (043)

А.А. Маратов, Ш.К. Кошимбаев
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, m.azamat13@gmail.com)

ПОСТРОЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

Аннотация: Статья посвящена исследованию состояния автоматизированного уровня установки каталитического риформинга; изучению перспектив внедрения нейронных сетей и возможностям их применения. Приведен пример использования нейронных сетей в мониторинге управления температурного режима.

Ключевые слова: нейронные сети, каталитический риформинг, ST NeuralNetworks, методы обучения нейронных сетей, алгоритмы обучения.

Нейронные сети могут использоваться для управления производственными процессами в режиме реального времени. Схема управления с обратной связью представлена на рисунке (Рисунок 1).

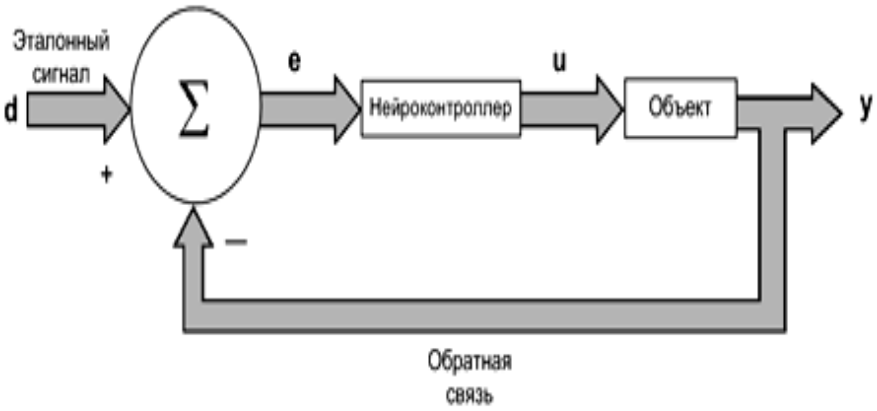


Рис. 1. Схема управления с обратной связью

Основными показателями, определяющими качество и пригодность различных видов сырья для процессов риформинга, является углеводородный состав, температуры начала и конца кипения и содержание каталитических ядов, вызывающих снижение активности катализаторов.

Наиболее значительным фактором влияющим на качество получаемого продукта в установке каталитического риформинга является температура на входе в реакторы блока риформинга и гидроочистки, таким образом это приводит к необходимости выбора технологических ограничений по температуре.

$$T_{min} < T(t) < T_{max}$$
$$495 < T(t) < 525,^{\circ} C$$

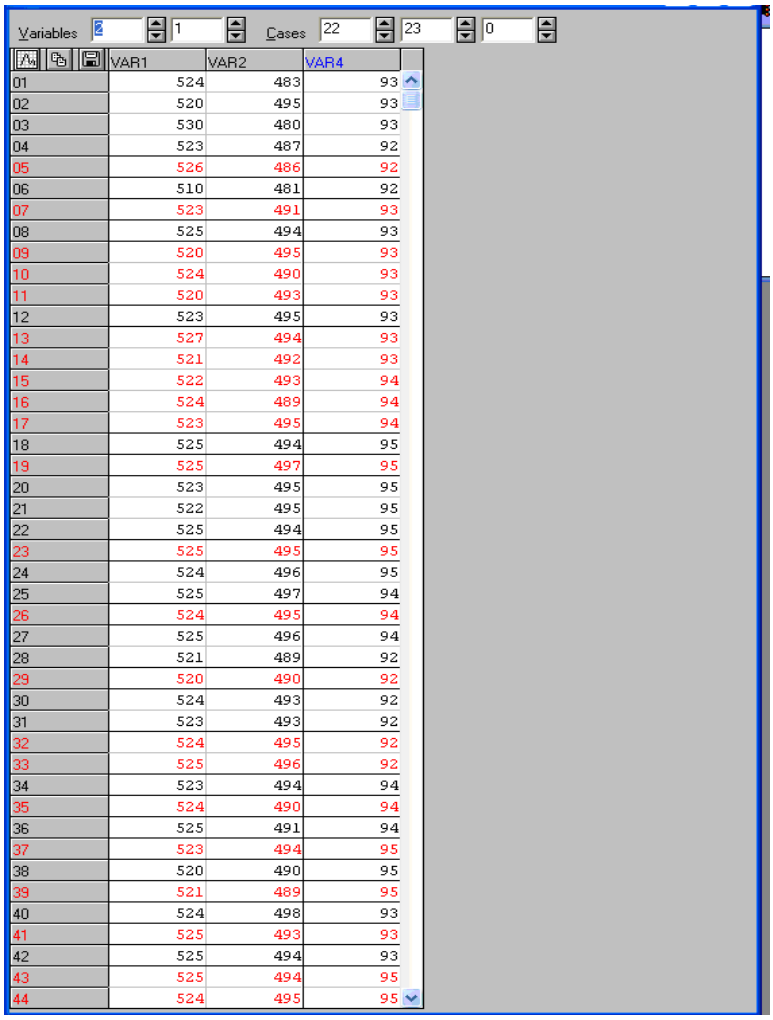
В связи свыше сказанным рассмотрим реактор, в котором контролируются температуры в двух различных точках. Процесс налажен таким образом, что температура в одной из этих точек соответствует минимальной, а в другой – максимальной температуре.

Исходный файл данных (Рисунок 2) содержит результаты измерений температур, а также идентификатор выборки (для каждого образца показания снимаются три раза).

Для создания набора обучающих данных используется встроенный редактор данных (File/New/DataSet).

При открытии нового файла в ST NeuralNetworks все переменные считаются входными. Необходимо указать выходные переменные. Выбор переменных (по крайней мере, первоначальный) осуществляется интуитивно. При работе с пакетом ST NeuralNetworks умеет сама опытным путем отбирать полезные переменные. Щёлкнем правой кнопкой мыши в поле с названием выходных переменных в окне *DataSetEditor*, в появившемся контекстном меню выберите Output, цвет заголовка столбца изменится на голубой. Все наблюдения необходимо поделить на два множества: обучающее (служит для обучения НС) и контрольное (необходимо для оценки хода обучения).

Во втором поле *Cases* окна *DataSetEditor* укажите размер контрольного множества (обычно на него отводится половина всего набора данных), нажмите Enter. Строки, содержащие контрольные наблюдения, отмечены красным цветом (находятся в конце списка наблюдений). Затем, командой перемешать (Shuffle) (*Edit>Cases>Shuffle>TrainandVerify*), все наблюдения случайным образом распределяются по различным типам (Рисунок 2).


Variables 3 1 Cases 22 23 0

	VAR1	VAR2	VAR4
01	524	483	93
02	520	495	93
03	530	480	93
04	523	487	92
05	526	486	92
06	510	481	92
07	523	491	93
08	525	494	93
09	520	495	93
10	524	490	93
11	520	493	93
12	523	495	93
13	527	494	93
14	521	492	93
15	522	493	94
16	524	489	94
17	523	495	94
18	525	494	95
19	525	497	95
20	523	495	95
21	522	495	95
22	525	494	95
23	525	495	95
24	524	496	95
25	525	497	94
26	524	495	94
27	525	496	94
28	521	489	92
29	520	490	92
30	524	493	92
31	523	493	92
32	524	495	92
33	525	496	92
34	523	494	94
35	524	490	94
36	525	491	94
37	523	494	95
38	520	490	95
39	521	489	95
40	524	498	93
41	525	493	93
42	525	494	93
43	525	494	95
44	524	495	95

Рис. 2. Окно редактора данных

Для создания сети используется пункт меню File>New>Network. При этом появляется окно редактора сети (рисунок 3).

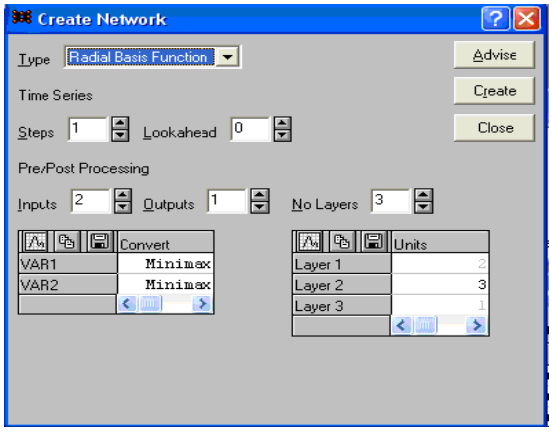


Рис. 3. Окно редактора сети

Тип сети определяется названием из выпадающего списка Type. Количество слоев сети задается в поле NoLayers. Количество нейронов в слое задается в окне Units. Сеть с заданными параметрами и структурой создается после нажатия кнопки Create.

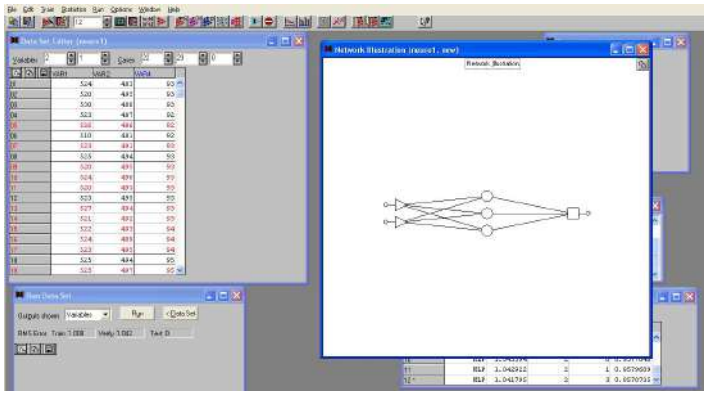


Рис. 4. Иллюстрация полученной нейронной сети

В результате получаем нейронную сеть, теперь проведем обучение полученной сети. Для сетей каждого типа используются специальные алгоритмы обучения, которые находятся в пункте меню Train. При выборе алгоритма предлагается определить параметры обучения. Например, при обучении многослойного персептрона методом обратного распространения Train> Multilayer Perceptrons> BackPropagation) задаются в соответствующем окне (рисунок 5).

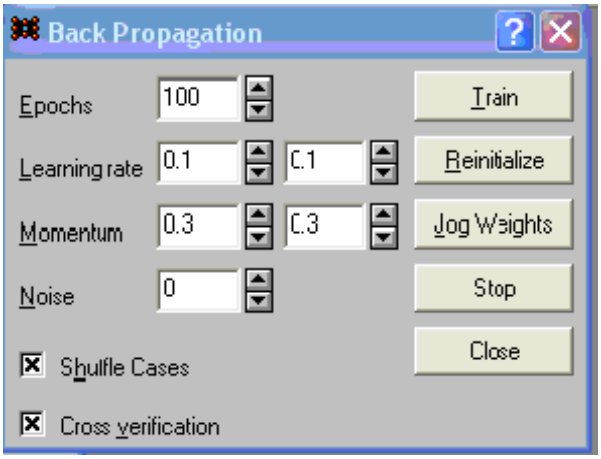


Рис. 5. Окно редактора параметров обучения

Epochs - Эпохи. Задает число циклов обучения, которые проходятся при одном нажатии клавиши Train. Значение по умолчанию 100.

Learningrate - Скорость обучения, задает величину шага при изменении весов: при недостаточной скорости алгоритм медленно сходится, при увеличении скорости обучения алгоритм работает быстрее, но в некоторых задачах это может привести к неустойчивости (особенно если данные зашумлены). Для быстрого и грубого обучения подойдут значения от 0,1 до 0,6; для достижения точной сходимости требуются меньшие значения (например, 0,01 или даже 0,001, если эпох много тысяч). Иногда полезно уменьшать скорость в процессе обучения.

Momentum - Инерция. Этот параметр улучшает (ускоряет) обучение в ситуациях, когда ошибка мало меняется, а также придает алгоритму дополнительную устойчивость, помогает алгоритму не застревать в низинах и локальных минимумах. Значение этого параметра всегда должно лежать в интервале [0;1]. Часто рекомендуется использовать высокую скорость обучения в сочетании с небольшим коэффициентом инерции и наоборот.

ShuffleCases - Перемешивать наблюдения. При использовании этой функции порядок, в котором наблюдения подаются на вход сети, меняется в каждой новой итерации. Это добавляет в обучение некоторый шум, так что ошибка может испытывать небольшие колебания. Однако при этом меньше вероятность того, что алгоритм «застрянет», и общие показатели его работы обычно улучшаются.

Cross-verification (кросс-проверка) - Стандартный способ обучения нейронных сетей заключается в том, что сеть обучается на одном из множеств, а на другом проверяется результат; таким образом, контрольное множество для обучения не используется. Это дает независимый способ проверки того, научилась ли сеть чему-нибудь полезному.

Reinitialize - сброс настраиваемых параметров сети, полученных на предыдущем цикле обучения, или для предыдущей сети.

После того, как определено число слоев и число элементов в каждом из них, нужно найти значения для весов и порогов сети, которые бы минимизировали ошибку прогноза, выдаваемого сетью. Именно для этого служат *алгоритмы обучения*. С использованием собранных исторических данных веса и пороговые значения автоматически корректируются с целью минимизировать эту ошибку. По сути, этот процесс представляет собой подгонку модели, которая реализуется сетью, к имеющимся обучающим данным. Ошибка для конкретной конфигурации сети определяется путем прогона через сеть всех имеющихся наблюдений и сравнения реально выдаваемых выходных значений с желаемыми (целевыми) значениями.

Таким образом, алгоритм действует итеративно, и его шаги принято называть эпохами. На каждой эпохе на вход сети поочередно подаются все обучающие наблюдения, выходные значения сети сравниваются с целевыми значениями и вычисляется ошибка. Значение ошибки, а также градиента поверхности ошибок используется для корректировки весов, после чего все действия повторяются. Начальная конфигурация сети выбирается случайным образом, и процесс обучения прекращается либо когда пройдено определенное количество эпох, либо когда ошибка достигнет некоторого определенного уровня малости, либо когда ошибка перестанет уменьшаться.

Запуск алгоритма обучения производится нажатием кнопки Train. Каждый раз при нажатии кнопки Train алгоритм совершает N циклов обучения, где N – количество циклов обучения, определяемое в Epochs. На графике (Statistics>TrainingErrorGraph) можно наблюдать изменение ошибки сети в ходе обучения. TrainingErrorGraph– это отображение среднеквадратичной ошибки выхода на всем обучающем множестве.

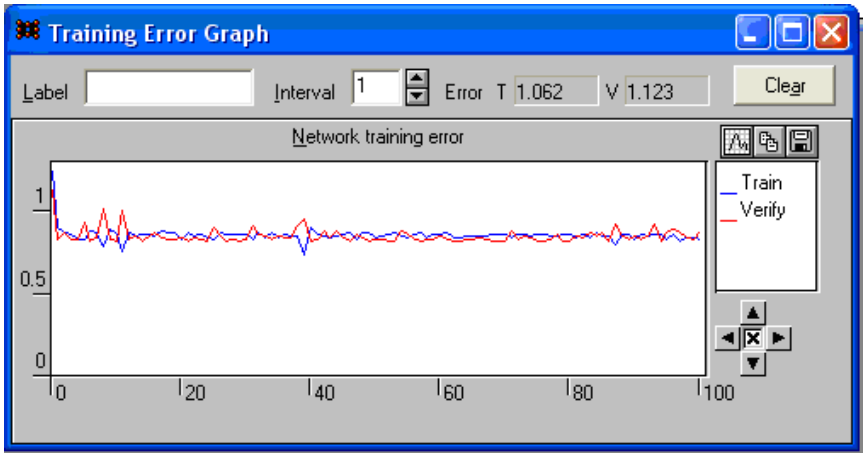


Рис. 6. График среднеквадратичной ошибки выхода

На графике (рисунок 6) линей красного цвета обозначается ошибка контроля , линей синего-ошибка обучения. Поначалу и ошибка обучения, и контрольная ошибка убывают. С началом переобучения ошибка обучения продолжает убывать, а ошибка контроля (обычно красного цвета) начинает расти. Рост проверочной ошибки сигнализирует о начале переобучения и свидетельствует о том, что алгоритм обучения начинает быть деструктивным (и одновременно о том, что более подходящей может оказаться сеть меньшего размера).

В пакете STATISTICA NeuralNetworks предусмотрено автоматическое запоминание лучшей сети во время эксперимента. Составной частью пакета STATISTICA NeuralNetworks является Мастер решений - IntelligentProblemSolver, который оценивает множество нейронных сетей различной архитектуры и сложности и выбирает выбирает сети наилучшей архитектуры для данной задачи. Мастер способен строить сети для данных с независимыми наблюдениями (стандартные регрессионные сети, сети классификации или смешанные) равно как и сети, предназначенные для прогнозирования будущих значений некоторой переменной на основе уже имеющихся значений этой же переменной (сети с временными рядами).

Для восстановления значений наилучшей сети вызовем меню *Train>Auxiliary>BestNetwork*. Как видно из рисунка 7 лучшей сетью по исходным данным является сеть №12 .

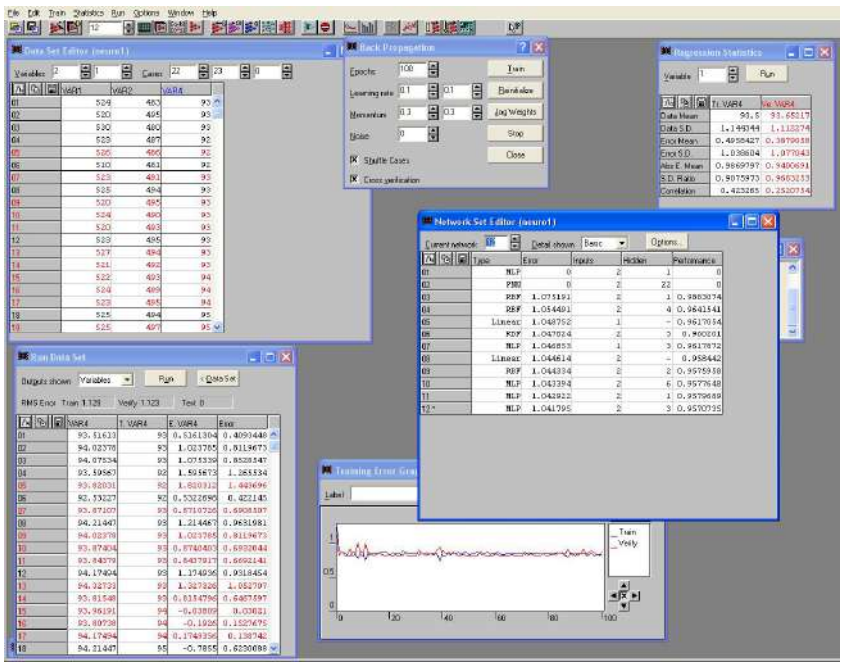


Рис. 7. Окно просмотра результатов обучения сети

Анализируя ошибки и производительности на выборках для полученного набора сетей, делаем вывод, что лучшей сетью из набора является сеть с номером 12. Согласно предложенному решению наиболее оптимальная сеть для исходных данных является многослойная обучаемая нейронная сеть с искусственными нейронами. Многослойная сеть состоит из нейронов, расположенных на разных уровнях, причем, помимо входного и выходного слоев, имеется еще, как минимум, один внутренний, т.е. скрытый слой. Как показано на рисунке 4, предлагается сеть со структурой 2-3-1, т.е. нейронная сеть с 2 входными, 3 скрытыми и 1 выходным нейронами. Каждый элемент данной сети строит взвешенную сумму своих входов с поправкой в виде слагаемого и затем пропускает эту величину активации через передаточную функцию, и таким образом получается выходное значение этого элемента. Элементы организованы в послойную топологию с прямой передачей сигнала. Такую сеть легко можно интерпретировать как модель вход-выход, в которой веса и пороговые значения (смещения) являются свободными параметрами модели. Такая сеть может моделировать функцию практически любой степени сложности, причем число слоев и число элементов в каждом слое определяют сложность функции.

Обоснованием для их применения в адаптивных системах служат их фундаментальные свойства:

Во-первых, сигналы в МНС, как и в системах автоматического управления, распространяются в прямом направлении.

Во-вторых, ключевую роль в формировании необходимых нелинейных алгоритмов управления играют универсальные аппроксимационные свойства многослойных сетей. На основе обобщенной аппроксимационной теоремы Стоупа-Вейерштрасса сделан вывод о том, что с помощью нелинейных нейронных сетей можно сколь угодно точно равномерно приблизить любую непрерывную функцию многих переменных на любом замкнутом ограниченном множестве (сошлемся также на работы Кибенко и Вэррона). Дополнительным стимулирующим фактором является высокая скорость аппроксимации в зависимости от n - числа нейронов сети.

В-третьих, обучение МНС придает адаптивные свойства нейросетевым системам управления.

Можно сделать вывод, что построенную модель нейронной сети можно использовать для мониторинга контролируемости процесса и предсказывания выхода за границы допуска температуры.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Комашинский В.И., Смирнов Д.А. Нейронные сети и их применение в системах управления связи. - М: Горячая линия - Телеком,2003.

[2] Короткий С.Г. Нейронные сети: алгоритм обратного распространения. -BYTE/Россия. -2000.

[3] Куликов Г.Г., Брейкин Т.В., Арьков В.Ю. Интеллектуальные информационные системы: учеб. пособие / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. -Уфа, 1999.

[4] Интеллектуальные системы обработки информации на основе нейросетевых технологий: учеб. пособие. / Ю.И. Зозуля, Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. –Уфа. -2000.

Маратов А.А., Кошимбаев Ш.К.

Каталитикалық риформинг қондырғысына арналған нейрондық желісін құрастыру

Аңдатпа: Бұл мақалада каталитикалық риформинг құрылғысың автоматтандырылған деңгейініңкүйін зерттелді; нейрондық желілерді қолданысқа енгізу және оларды қолданудағы мүмкіндіктері зерттелген. Температуралықжағдайын басқару мониторингте нейронды желілер пайдалану мысалы келтірілген.

Түйінді сөздер: нейрондық желілерді үйрету алгоритмдері, каталитикалық риформинг, ST Neural Networks, нейрондық желілерді үйрету әдістері.

Maratov A., Koshimbayev S.

Building a neural network for the catalytic reforming unit

Abstract: The article investigates the state level automated catalytic reforming; prospects for introducing the study of neural networks and their application. An example of the use of neural networks in the temperature control monitoring.

Key words: neural networks, catalytic reforming, ST Neural Networks, methods of training neural networks, learning algorithms.

УДК 004.6

А.Ж. Жадрасын, П.К. Карина
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан)

ОПИСАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВКАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭТАП В АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ

Аннотация. В статье проанализировано и рассмотрено использование бизнес-процессов для автоматизации процессов. Описаны преимущества автоматизации систем и преимущества оптимизации бизнес-процессов. Рассказываются шаги эффективности автоматизации бизнес-процессов. Приводится пример автоматизации медицинских учреждений.

Ключевые слова: автоматизация, бизнес-процесс, информационная система, бизнес-моделирование, оптимизациябизнес-процессов.

Лет 20 назад мы смутно понимали значение слова автоматизация, что это? Зачем оно нужно? Но сейчас уже четко ясно, что уже в ближайшее будущее у нас будет чисты и ярким, все будет автоматизировано, все будет сделано за нас и для нас. Хотя уже сегодня мы можем почувствовать, как сильно автоматизация повлияла на нашу жизнь.

С развитием глобализации в мире вы больше и больше делается упор не на количество, а качество. Если раньше существовали огромные предприятия, в которых работало по 500, а то и больше человек, то сейчас выполняющие такие же функции предприятия могут иметь от 20 максимума до 50 работников. Почему? Все дело в автоматизации. Работу целого отдела могут заменить один компьютер и один оператор. С точки зрения развития экономики, все заинтересованы в автоматизации. Рабочее время каждого работника — это ресурс. А ресурс нужно грамотно использовать. Каждый руководитель старается максимально увеличить КПД своего работника, а в этом поможет автоматизация его задач, освобождая время для более важных задач, которые нельзя автоматизировать и требуют использование человеческого интеллекта. Из чего следует, что автоматизация несет огромный плюс в развитии общества.

Автоматизация решает задачи, в которых люди не сильны. Когда просишь человека сделать одну и ту же задачу снова и снова, человеческий разум ввести в этот монотонный процесс свою нотку разнообразия там, где оно и не требовалось. Человек интеллект не создан для однотипной и монотонной работы. Мы можем неправильно посчитать, не там поставить печать, не туда отправить почту и так далее. Человеческий фактор играет свою роль.

Мы не можем жаловаться на стремление человеческого разума к разнообразию, это было и есть необходимо для нашей способности адаптироваться и развиваться. Это часть нашей природы. Мы не хороши в повторении вещей, в отличии от машин!

Как только люди освобождаются от своих монотонных дел, они могут начать обсуждать с другими людьми на более значимые вопросы, а не торопясь закончить список дел, доказывая свою эффективность перед руководителем.

Преимущества автоматизации заключаются в следующем:

- разгрузить вашу рабочую силу;
- улучшить уровень соответствия;
- улучшить управление;
- облегчить проверямость;
- увеличить точность;
- увеличить скорость обработки;
- уменьшить время обучаемости;
- обеспечить удовлетворенность заказчика;
- сократить текучесть кадров;
- создать более гибкие процессы.

Процессы, занимающие много времени, такие как например «разработать продукт» или процесс «с момента заказа до оплаты», могут длиться месяцами или даже годами. Всевозможная рутинная работа в процессе автоматизации выполняется компьютерами, которые выполняют эту работу

быстро и без ошибок. Автоматизация представляет собой подмножество бизнес-процессов, в котором задействованы как люди, так и машины. Следовательно, модели процессов могут включать в себя сетевые модели, модели объектов, управление потоками, потоками сообщений, бизнес-правил, метрик, исключений. Люди выполняют задачи, которые являются слишком неструктурированным, чтобы делегировать компьютеру или требуют личного взаимодействия с клиентами. Люди также могут интерпретировать и оценивать поток информации, решая проблемы и разрабатывая стратегии, чтобы воспользоваться новыми возможностями рынка. Во многих компаниях, бизнес-процессы не являются явными. Они никак не задокументированы. А если даже и задокументированы, то лежат в дальней полке у отдела поддержки.

Три наиболее фундаментальные характеристики бизнес-процесса имеют мало общего с очевидными входами и выходами отдельных рабочих задач. Этими характеристиками являются координация, координация и координация. Если действие является совокупностью индивидуальных заданий, это и есть синхронизация и координация этих действий и задач, которые превращают их в бизнес-процесс.

С точки зрения бизнеса, управление бизнес-процессами оптимизирует внутренние и внешние бизнес-процессы, устраняет дублирования и повышает автоматизацию, обеспечивая тем самым видимость, контроль и отчетность процесса от начала до конца. Корпорации, использующие архитектуры управления бизнес-процессами третьей волны получают новую динамичность, что является существенным конкурентным преимуществом.

Автоматизация бизнес-процессов затрагивает все аспекты организации. Это относится и к критически важным бизнес-процессам предприятия; организации, торговым партнерам, бизнес-поставщикам и провайдерам услуг. Ключевые элементы для всех решений являются масштабируемость, автоматизация, управляемость, поддержку гетерогенных сред и интеграции.

Теперь благодаря автоматизации бизнес-процессы легко могут быть расширены за пределами организации, чтобы охватить поставщиков и деловых партнеров. В мире электронного бизнеса, оперативным словом является «в реальном времени», функционируя тесно с интегрированными системами. Использование Интернета в качестве механизма для обновления информации, бизнес-подразделений, как внутренних, так и внешних, могут быть немедленно новой работы извещен об этом и может реагировать аналогичным образом, в режиме реального времени, с информацией о расписании и сроки завершения работ.

Основными преимуществами автоматизации бизнес-процессов являются:

• Повышение эффективности. Автоматизация бизнес-процессов приводит к устранению ненужных шагов (процессов).

• Более эффективный контроль над процессами. Повышение эффективности управления бизнес-процессов путем стандартизации методов работы, а также наличие аудита.

• Повышение качества обслуживания клиентов. Последовательность в процессах приводит к большей предсказуемости.

• Гибкость. Программное управление над процессами позволяет их повторное проектирование с учетом меняющихся потребностей бизнеса.

• Улучшение бизнес-процессов. Сосредоточение внимания на бизнес-процессах приводит к рационализации и упрощению.

• Усовершенствованные процедуры. Процедуры формально задокументированы и требуют точного выполнения, обеспечивая производительность, как было запланировано руководством и согласно нормативным требованиям.

• Улучшение назначений задач. Задачи могут быть назначены на приоритетной основе и делегированы лучшему человеку (или машине). Пользователям не нужно будет использовать драгоценное время, решая, над каким элементом работать, или, возможно, откладывая напоследок важные и трудных задачи.

Эффективность автоматизации бизнес-процессов (далее АБП) измеряется в этих шагах:

- добиться эффективности в изолированности;
- добиться эффективности в объединённости;
- добиться эффективности в универсальности.

В центре внимания автоматизации бизнес-процессов является первый и второй шаги. В то время как первый шаг связан с усилением эффективности за счет оптимизации внутренних процессов, второй шаг в первую очередь связан с внешними процессами. В настоящее время большинство эти

успехов достигается за счет корпоративных программ, управляемых самими предприятиями. С каждым днем масштабы сотрудничества включающие сами предприятия, поставщиков, клиентов, партнеров, становятся все больше. Типичная АБП предприятия работает аналогично услуге предприятия, которая распределяет товары по железным дорогам и дорогам, которые доставляют воду через каналы и трубы, газ по трубам или электроэнергию через кабели. Автоматизация бизнес-процессов становится неизбежным, так как спрос со стороны малых и средних предприятий, составляющих почти 98% от общего числа предприятий в мире и начинает набирать обороты.

Бизнес-процесс представляет собой деятельность или совокупность действий, которые будут выполнять конкретную организационную цель. Автоматизация бизнес-процессов означает их идентификацию в соответствии с операциями и ролями, участвующих в этих процессах. Управление рабочими процессами – это поддержание и контроль рабочих процессов. Важной задачей в управления рабочими процессами является автоматическая перенаправление артефактов (документы, сообщения, сообщения электронной почты) через сеть для субъектов, имеющих заранее определенные роли.

Управление рабочими процессами занимается поддержкой бизнес-процессов в организациях и включает в себя управлением потоками задач через всю организацию.

Под автоматизацией подразумевается процесс в развитии машинного производства, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам. Сегодня автоматизацию можно встретить абсолютно везде: начиная от банального контроля продукции на складе, заканчивая запуском сложнейших ракет, требующих сложных вычислений и точных величин. Почему человечество пошло этим путем, и почему так актуально «Перекладывать свою работу на роботов»? Ответов несколько, и они очевидны: Машина может выполнять большое количество расчетных действия в очень маленькие сроки, из чего следует что машина «Думает» намного быстрее человека, и соответственно работу выполняет тоже быстрее. Машине только следует дать алгоритм, по которому ей следует действовать, из чего «выплывает» второй, не менее значимый чем первый плюс автоматизации: Машина работает по строгому алгоритму, от чего она ни при каких условиях не может ошибиться, если конечно нет воздействия «из вне», и машина находится в работоспособном состоянии. Исходя из этого следует сделать вывод о том, что машине можно доверить то, что человеку доверить не так безопасно потому, что существует такое понятие как «человеческий фактор», которое описывает возможность ошибки человека.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что в скором будущем машина заменит человека на рабочих местах, требующих внимательности, концентрации и большой ответственности. Местах, где «человеческий фактор» неприемлем.

В качестве одного из таких мест можно выбрать и центры крови, чья работа является очень ответственной и важной. Ежедневно из больниц поступают заявки на большое количество компонентов крови людям, попавшим в неприятные ситуации.

Сегодня в Казахстане постоянно создаются оптимальные условия для привлечения большего количества доноров. Для удобства доноров центру крови необходимо максимально ускорить процесс получения крови донора и выплаты ему компенсации. В интересах центра крови является благоприятная обстановка для донора, потому что это способствует его возвращению в центр крови для очередной донации, или даже подписанию контракта с центром крови, при котором донор обязуется приходить на донации через определенные интервалы времени (безопасные для здоровья донора), за что он будет получать определенное вознаграждение.

Для ускорения работы службы крови, внедряются проекты по автоматизации данного процесса, которые позволяют помимо увеличения скорости работы с донором, еще и ввести дополнительный комфорт для донора. На сегодня в Казахстане ведущим поставщиком программного обеспечения для автоматизации центра крови является компания InformConsulting с проектом InfoDonor.

Проект InfoDonor включает в себя полную автоматизацию центра крови, начиная от регистратуры, где донор проходит регистрацию, и оставляет информацию о себе, будь это в будущем информация о донациях или об отстранении, заканчивая Экспедицией, где проверенная кровь, с возможностью просмотра анализов всех лабораторий выдается в больницы.

Центр крови, помимо приема доноров «На месте» т.е. непосредственно в центре крови занимается выездами в те или иные предприятия для сбора крови. Именно для этого существует нужда в программном обеспечении, которое могло бы позволить вносить те же данные что вносятся непосредственно в центре крови, но являлось бы более компактным, т.е. для него не требовалось 5 ком-

пьютеров для 5 рабочих мест. Программное обеспечение должно включать в себя рабочие места Регистратора, Лаборанта, Терапевта, Мед. Регистратора и кассира.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ю.О. Волков. Новый взгляд на описание бизнес-процессов. PC Week/Russian Edition, №34 2005г.
[2] В.В. Репин.Сравнительный анализ нотаций. 12(1):43 – 77, Feb. 2001.
[3] В.Г. Елиферов. Бизнес-процессы. Регламентация и управление9(5):300-319, 2005.
[4] М. Робсон.Практическоеруководствопореинжинирингубизнес-процессов13(4):220-2241997.
[5] А.В.Шеер. Бизнес-процессы. Основные понятия. Теория. Методы.С. 148– 152, 2000.

Жадрасын А.Ж., Карина П.К.

Автоматтандыру жүйесінде маңызды кезеңі ретінде бизнес-процестерді сипаттау

Аңдатпа. Бұл мақалада процестерді автоматтандыруға бизнес-процесстерді пайдалану мәселесін талданып және талқыланды. Бизнес-процесстерді артықшылықтары автоматтандыру және оңтайландыру артықшылықтары түсіндірілген. Бизнес-процесстерді автоматтандыру қадамдары тиімділігі айтылған. Денсаулық сақтау автоматтандыру мысалы келтірілген.

Кілттік сөздер: автоматизация, бизнес-процесс, ақпараттық система, бизнес-моделдеу, бизнес-процесстердіңоптимизациясы.

Zhadrassyn A.Z., Karina P.K.

Describtion of business process as an important stage in automation of systems

Annotation. The paper analyzed and discussed the use of business processes to automate processes. The advantages of automation and optimization of the advantages of business processes. It describesthe efficiency steps of business processes automation. It shows an example of health care automation.

Key words: automation, business processes, information systems, business-modelling, optimization of business processes.

UDK 539.3/.6 : 621.01

T.I. Omarov, K.B. Tulegenova, E.T. Bekenov, B.K. Naurushev
(Kazakh national research technical university of the name K.I.Satpaev, Kazakhstan, Almaty
omarovtim@list.ru, kuralay.t@mail.ru, bekenov_et@mail.ru, batyr_n@mail.ru)

DETERMINATION OF THE REDUCED MOMENT OF INERTIA AND TORSIONAL STIFFNESS OF THE ROD OF VARIABLE CROSS-SECTION

Abstract. In this paper we consider in general the making of dynamic model of the cantilevered rod with variable cross section under the assumption that the mechanical system performs torsional oscillations. The real mechanical system is a system with distributed parameters. Dinamic modeling facilitates the study of the oscillations of the mechanical system.

Obtained in this case, the dynamic model of the rod of variable cross-section represents a discrete system with concentrated on the end of a given mass (moment of inertia) related to the consolidation of a weightless elastic rod. The problem of determining the parameters of a discrete system is solved from the condition of equality of the kinetic energies of the initial (real) and given (discrete) systems. As a result of this work produced a formula for determining the given moment of inertia rod and its torsional stiffness.

Key words. A variable cross section, moment of inertia, torsional stiffness.

Consider the task of drawing up dynamic models (design scheme) for the study of torsional vibrations of the cantilevered rod AB with a variable cross section, which under the action of the torque (figure 1). To solve this problem, the whole mass of the rod should be at point B. To investigate the torsional vibration is necessary to determine the reduced moment of inertia, which is equivalent to the mass of the beam.

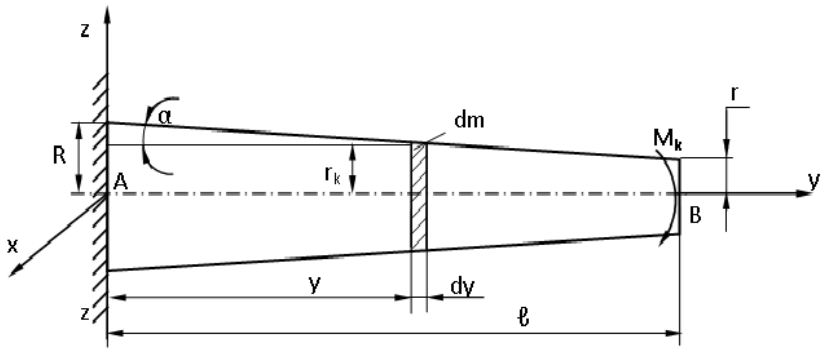


Figure 1 – Diagram of cantilever rod with variable cross-section

The solution of the considered problem, i.e., the bringing of the masses, is carried out from the condition of equality of the kinetic energy of the initial (given) system with unevenly distributed along the length of the mass (figure 1) and the kinetic energy of the discrete (given) system (dynamic model), shown in figure 2. Here **c** is the torsional stiffness of the pivot. A design scheme is a single-discrete system with moment of inertia, coupled with the consolidation of a weightless elastic rod with torsional stiffness**c**. The kinetic energy T_B of the discrete system (figure 2) is determined by the formula

$$T_B = \frac{J_B\,\omega^2}{2}. \qquad (1)$$

Where J_B –the moment of inertia of a discrete system;

ω – the angular velocity of torsional vibrations.

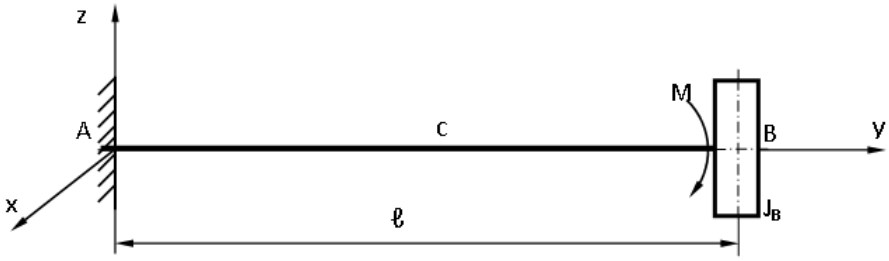


Figure 2. Dynamic model for the study of torsional oscillations of a rod with variable cross sections

The radius r_k of the round shape of the rod depends on the coordinatesy. This dependence can be written in the form $r_k = R - y\,tg\alpha$. At small of the angle α . Denoting , we write

At small of the angle α $tg\alpha \approx \alpha$. Denoting $b = \frac{R}{\alpha}$, we write $r_k = \alpha(b - y)$

$$r_k = \alpha(b - y). \qquad (2)$$

In order to determine the kinetic energy T of the original system will make up expression for the kinetic energy dT of the elementary cross section mass dm (figure 1) .

$$dT = \frac{dJ \cdot \omega^2}{2}.$$

Where dJ is the moment of inertia of the elementary cross section relative to the y axis.

Due to the infinitesimal thickness of the cross section mass and to simplify further calculations it is assumed that the elementary cross section has the shape of a cylinder, not a cone; the whole mass of the rod is unevenly distributed along the length of the rod. In this case, the formula for the axial moment of inertia of the elementary cross section takes the form [1]

$$dJ = \frac{dm \cdot r_k^2}{2}.$$

The mass of the elementary cross sections $dm = \gamma \pi r_k^2 dy$ [2]. Taking into account this expression according to (2) the formula for moment of inertia of the elementary cross section will look like

$$dJ = \frac{\gamma\pi\alpha^4 (b-y)^4}{2} dy.$$

Taking into account the obtained formula the expression for the kinetic energy of the elementary cross section will look like

$$dT = \frac{\gamma\pi\alpha^4 (b-y)^4 \omega^2}{4} dy \qquad (3)$$

To determine the angular velocity of torsional vibrations should first determine the angle of twist, i.e., deformation .Torsional deformation of the elementary section of the mass dm will[3]

$$d\varphi = \frac{M_k}{G \cdot dI_p} dy,$$

where's M_k – the torque; G – the shear modulus; dI_p – polar moment of inertia of the elementary cross section, determined by taking into account (2)

$$dI_p = \frac{\pi d_k^4}{32} = \frac{\pi \left(2 \cdot r_k\right)^4}{32} = \frac{\pi r_k^4}{2} = \frac{\pi\alpha^4 (b-y)^4}{2}.$$

Torsion angle φ is determined by taking into account $dI_p = \frac{\pi\alpha^4 (b-y)^4}{2}$ of the integral with zero initial conditions

$$\varphi = \frac{2M_k}{G\,\pi\,\alpha^4} \int \frac{dy}{(b-y)^4} = \frac{2M_k}{3G\,\pi\,\alpha^4 (b-y)^3} + C.$$

With constant C at y = 0, φ = 0 is equal $C = -\frac{2M_k}{3G\,\pi\,\alpha^4 b^3}$.

After the transformation the law of variation of the angle of torsion will look

$$\varphi = \frac{2M_k}{3G\,\pi\,\alpha^4}\left[\frac{1}{(b-y)^3} - \frac{1}{b^3}\right].$$

In order to determine the angular velocity of torsional vibrations should take the time derivative of the formula obtained above.Since only one parameter depending on the time, torque is, the variation of the angular velocity of the torsional oscillations can be represented as follows

$$\omega = \frac{2\dot{M}_k}{3G\,\pi\,\alpha^4}\left[\frac{1}{(b-y)^3} - \frac{1}{b^3}\right].$$

The square of the angular velocity

$$\omega^2 = \frac{4\dot{M}_k^2}{9G^2\,\pi^2\,\alpha^8}\left[\frac{1}{(b-y)^6} - \frac{2}{(b-y)^3 b^3} + \frac{1}{b^6}\right].$$

Substituting this expression in formula (3), we obtain

$$dT = \frac{\gamma\,\dot{M}_k^2}{9G^2\,\pi\,\alpha^4}\left[\frac{1}{(b-y)^2} - \frac{2(b-y)}{b^3} + \frac{(b-y)^4}{b^6}\right]dy. \qquad (5)$$

To determine the kinetic energy T of the original systemshould calculate the definite integral of (5)

$$T = \frac{\gamma\,\dot{M}_k^2}{9G^2\,\pi\,\alpha^4}\int_0^{\ell}\left[\frac{1}{(b-y)^2} - \frac{2(b-y)}{b^3} + \frac{(b-y)^4}{b^6}\right]dy \qquad \text{or}$$

$$T = \frac{\gamma\,\dot{M}_k^2}{9G^2\,\pi\,\alpha^4}\left[\frac{1}{b-\ell} + \frac{(b-\ell)^2}{b^3} - \frac{(b-\ell)^5}{5b^6}\right]. \qquad (6)$$

We write the expression for the kinetic energy TB discrete system by substituting in the formula (1) the value of the angular velocity of the torsional oscillation (4), when y = ℓ

$$T_B = \frac{2J_B\,\dot{M}_k^2}{9G^2\pi^2\alpha^8}\left[\frac{1}{(b-\ell)^6} - \frac{2}{b^3(b-\ell)^3} + \frac{1}{b^6}\right]. \qquad (7)$$

Equate the expressions for kinetic original mechanical system (6) and a discrete system (7), we obtain

$$\frac{\gamma\,\dot{M}_k^2}{9G^2\,\pi\,\alpha^4}\left[\frac{1}{b-\ell} + \frac{(b-\ell)^2}{b^3} - \frac{(b-\ell)^5}{5b^6}\right] = \frac{2J_B\,\dot{M}_k^2}{9G^2\pi^2\alpha^8}\left[\frac{1}{(b-\ell)^6} - \frac{2}{b^3(b-\ell)^3} + \frac{1}{b^6}\right].$$

From this equation we can write a formula that determines the reduced moment of inertia of a discrete system

$$J_B = \frac{\gamma\pi\alpha^4\left[\frac{1}{(b-\ell)} + \frac{(b-\ell)^2}{b^3} - \frac{(b-\ell)^5}{5b^6}\right]}{\left[\frac{1}{(b-\ell)^6} - \frac{2}{b^3(b-\ell)^3} + \frac{1}{b^6}\right]}.$$

Torsional stiffness is determined from the expression for changing the torsion angle φ at y = ℓ

$$\varphi = \frac{2M_k}{3G\,\pi\,\alpha^4}\left[\frac{1}{(b-y)^3} - \frac{1}{b^3}\right].$$

It will be equal to the inverse of the coefficient of the torque , i.e.

$$c = \frac{3G\pi\alpha^4}{2\left[\frac{1}{(b-\ell)^3} - \frac{1}{b^3}\right]}.$$

Thus, the real mechanical system with unevenly distributed parameters (rod mass) shown in figure 1, can be replaced by a discrete system (figure 2). This greatly facilitates the research of torsional vibrations such systems.

LITERATURE

[1] Butenin N.V., LuntzYL ,Merkin DR Course of theoretical mechanics . - St. Petersburg :Lan , 2009. - 736 p.

[2] Omarov T.I. The dynamics of the mechanisms of variable structure of rail cars. - Almaty : Kazakh National Technical University , 2014. - 231 p.

[3] Stepin G.S. Strength of materials : a brief tutorial . - M .: Nauka , 1987 - 234 p.

Омаров Т.И., Тулегенова К.Б., Бекенов Е.Т., Наурушев Б.К.

Определение приведенного момента инерции и крутильной жесткости стержня переменного поперечного сечения

Резюме. В результате исследования получена динамическая модель стержня переменного поперечного сечения в виде дискретной одномассовой системы с сосредоточенной на конце приведенной массой (моментом инерции), связанной с закреплением невесомым упругим стержнем, получены формулы, позволяющие определить приведенный момент инерции стержня и его крутильную жесткость.

Ключевые слова.Переменное поперечное сечение, момент инерции, крутильная жесткость.

Омаров Т.І., Төлегенова К.Б., Бекенов Е.Т., Наурушев Б.К.

Айнымалы көлденең қималы сырықтын келтірілген инерция моментің және бұрыштық қатандығын анықтау

Түйіндіме. Осы зерттеудің нәтіжесі айнымалы көлденең қималы сырықтындинамикалық модель құрылган дискрет бірмассалы жүйе түрінде. Келтірілген масса (инерция моменті) сырықтың ұшында шоғырланған, бекітпе мен серпімді салмаксыз сырықпен байланысқан. Келтірілген инерция моментің және бұрыштық қатандығын анықтау үшін формулалар шығарылган.

Түйінді сөздер. Айнымалы көлденең қима, инерция моменті, бұрыштық қатандығы.

УДК 664.8/9

Р.А. Изтелиева, Л.К. Байболова, С.С. Альберто, Т.К. Кулажанов, Б.А. Рскелдиев
(Алматинский технологический университет
Алматы, Респулика Казахстан E-mail: Iztelieva80@mail.ru)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КОНСЕРВОВ ИЗ КРОЛЬЧАТИНЫ

Аннотация. В статье рассмотрена сравнительная характеристика качества деликатесных мясных консервов из кролика с добавлением плодов джиде, отвечающие требованиям пищевой безопасности. Проведен анализ содержания токсичных элементов и микробиологического состава опытных образцов. Сравнительная характеристика качественных показателей пищевой безопасности, аминокислотного состава позволили установить, что готовая деликатесная мясная консервная продукция из мяса кролика с добавлением плодов джида отвечает требованиям продуктов функционального действия.

Введение

Удовлетворение потребностей человека в высококачественных продуктах питания является одной из основных социально-экономических проблем сегодняшнего дня.

Возрастающий спрос населения, в этой связи, ставит задачу более полного и комплексного использования различных видов мясного сырья, являющихся источником полноценного животного белка.

При этом представляется необходимым выработка продукции, отвечающей требованиям пищевой безопасности с высокими показателями качественных характеристик, содержать все компоненты, необходимые для жизнедеятельности человека и быть абсолютно безопасными для человека.

Использование основного и вспомогательного сырья, поступающего на мясоконсервное производство, должно осуществляться при контроле по содержанию различных токсичных веществ (тяжелые металлы, мышьяк, пестициды, антибиотики, диоксины, патогенные микроорганизмы I и II группы патогенности), которые могут оказать канцерогенный, мутагенный, тератогенный эффект на организм человека, а также привести к пищевым токсикозам и токсикоинфекциям [1].

Мясные консервы являются самыми стабильными среди готовых к употреблению мясопродуктов с точки зрения сохранения качественных показателей. Это обусловлено, во-первых, высокой температурой при стерилизации, уничтожающей гнилостную микрофлору и инактивирующей основные ферментные системы; во-вторых, наличием герметичной упаковки, препятствующей попаданию внутрь микрофлоры и кислорода воздуха, что уменьшает вероятность протекания процессов гнилостной порчи и окисления липидов. При соблюдении санитарных требований при производстве, режимов стерилизации, наличия материала банок с достаточной химической стойкостью и механической прочностью консервы можно хранить продолжительное время и транспортировать в самых неблагоприятных условиях [1,2].

Крольчатина издавна считается высокоценным диетическим продуктом.

Крольчатина является источником полноценного белка, минеральных веществ, витаминов. По содержанию азотистых веществ кроличье мясо уступает лишь мясу зайца и индейки, а по содержанию жира – жирной говядине, жирной свинине, а также жирной утятине и гусятине. По диетическим показателям крольчатина близка к курятине, а по процентному содержанию белка и жира превосходит ее. В мясе полновозрастных животных содержание воды составляет 60-67 %, белка – 20-21 и жира – 3-18. Существенной разницы в химическом составе крольчатины разных пород не обнаружено. Химический состав мяса больше зависит от возраста животного и уровня кормления. О пищевой (биологической) ценности крольчатины судят по содержанию в ней полноценных и неполноценных белков и их аминокислотному составу.

Витаминный и минеральный состав мяса кроликов, практически не может быть сопоставлен с другим видом мясного сырья. Так, в крольчатине содержится витаминов В6, В12, РР значительно больше, чем в говядине, баранине, свинине. Много в нем железа, фосфора и кобальта, в достаточном количестве имеется марганца, фтора и калия. В то же время крольчатина бедна солями натрия, что делает ее незаменимой в диетическом питании [3, 4].

Плоды лоха узколистного содержат сахара, фруктозу, глюкозу, белки, соли калия, фосфора, танин, красящие вещества, органические кислоты, что определяет ценные лечебные и профилактические его свойства.

Плоды местных видов применяются при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта, так как обладают вяжущим, противовоспалительным, обволакивающим действием. Их используют как отхаркивающее (при бронхитах), диуретическое (при асците, отеках), антигельминтное и витаминное средство. Настой плодов проявляет гипотензивный, а также легкий анальгезирующий эффект. Следует также отметить, что клетчатка плодов способствует выведению из организма токсичных веществ, избытка холестерина, тяжелых металлов. Она также стимулирует процессы выделения желчи [3, 4].

Разработка безопасных консервных продуктов из сырья с высокими качественными показателями является актуальной задачей перерабатывающих пищевых производств.

Целью исследований является разработка функциональных мясных консервов с высокими качественными показателями, отвечающими требованиям пищевой безопасности.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали мясо кролика, плоды джиде, мясные консервы из крольчатины и джиде: мясо кролика разводили в Алматинской области, поселок Каргалы, ферма «Крол», образцы консервов из крольчатины «Кролик по-Алматински» на основе плодов джиде (лох Elaeagnus L.), «Кролик в томатном соусе с мукой джиде» и «Кролик диетический со вкусом джиде». В качестве контрольного образца были приняты консервы «Кролик в собственном соку» производства г. Санкт-Петербург, ООО «МКК «Балтийский».

Оценка качества опытной продукции имеет свои особенности. Существует значительное количество различных методов исследования, которые имеют свои плюсы и минусы. Однако, учитывая цели и задачи планируемого исследования, остановились на так называемом среднем методологическом подходе, который предполагает сочетание элементов количественного и качественного методов анализа [5].

Исследования показателей пищевой безопасности мясного сырья проводили в Лаборатории Гигиены, инспекции и контроля качества продуктов (Испания, г. Луго, в университете Сантьяго де Компостела) в соответствии с:

ISO 4833:2003. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод подсчета микроорганизмов. Метод подсчета колоний при температуре 30 ^{0}C

ISO 4833-1:2013. Микробиология пищевой цепи. Горизонтальный метод подсчета микроорганизмов. Часть 1. Подсчет колоний при температуре 30 ^{0}C методом разлива по чашкам

ISO 21528-2:2004. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальные методы обнаружения и подсчета бактерий Enterobacteriaceae. Часть 2. Метод подсчета колоний

ISO 7937:2004. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод подсчета Clostridium perfringens. Метод подсчета колоний

ISO 16649-2:2001. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод подсчета бета-глюкуронидаза-положительных бактерий Escherichia coli. Часть 2. Метод подсчета колоний при 44 °C с использованием 5-бром-4-хлор-3-индолил бета-d-глюкуронида

ISO 11290-1:1996. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод обнаружения и подсчета микроорганизмов Listeria monocytogenes. Часть 1. Метод обнаружения

ISO 6579:2002. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод обнаружения сальмонеллы Salmonella spp.

ISO 6888-1:1999. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод подсчета коагулаза-положительных стафилококков (Staphylococcus aureus и другие виды). Часть 1. Метод с применением агаровой среды Бейда-Паркера.

Соответствие пищевой безопасности плодов джиде и опытных образцов консервов определяли в ТОО «Нутритест» на базе Казахской Академии Питания, а также в НИИ ПБ АТУ в строгом соответствии с действующими правилами и нормативными документами:

ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella.

ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов

ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий).

ГОСТ 10444.12-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов.

ГОСТ Р 51301-99 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка).

ГОСТ 26930-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка.

ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути

ГОСТ 26889-86 Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кьельдаля.

ГОСТ 8756.21-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения жира.

ГОСТ 28561-90 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги.

ГОСТ 15113.8-77 Концентраты пищевые. Методы определения золы

Результаты и их обсуждения

Одним из показателей пищевой безопасности является содержание токсичных элементов, микробиологических показателей сырья и готовых продуктов. В таблицах 1 приведены результаты исследования мяса кролика на предмет содержания токсичных элементов и микробиологических показателей.

Таблица 1. **Результаты исследования токсичных элементов и микробиологических показателей мясо кролика**

Содержание токсичных элементов		Содержание микробиологических показателей	
Показатели	Результаты	Показатели	Результаты
As, мг/кг	<0,0084	Сальмонелла, в 25г	Не обнаружено
Cd, мг/кг	<0,0038	Листериоз, в 25г	Не обнаружено
Cr мг/кг	-	Кишечные палочки (E.coli), КОЕ/г	<10
Hg мг/кг	-	Стафилококки, КОЕ/г	<50
Pb, мг/кг	<0,0022	Клостридиум, КОЕ/г	<10
Sr, мг/кг	-	Мезофильные бактерии. КОЕ/г	$1,2x10^6$
U, мг/кг	-	Энтеробактерии, КОЕ/г	$5,5x10^4$
V, мг/кг	-		

Анализ табличных данных показывает, что мясное сырье отвечает требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013) и ГОСТу 27747-88. Мясо кроликов. Технические условия.

Дальнейшим этапом было исследование пищевой безопасности плодов джиде по выявлению следующих показателей: токсичные элементы, пестициды. Результаты представлены на рисунке 1.

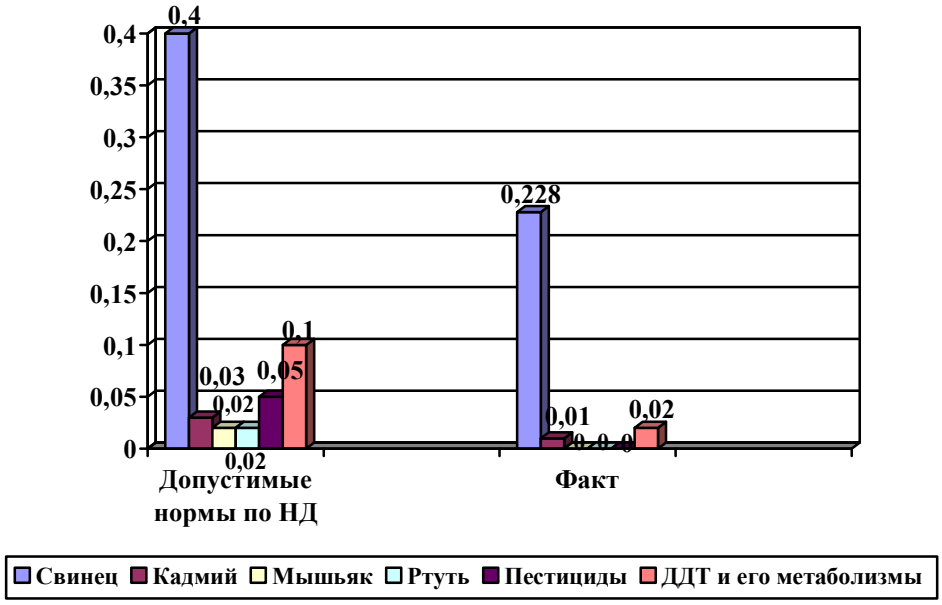


Рис. 1. Результаты показателей безопасности измельченного джиде

Из рисунка 1 видно, что показатели безопасности соответствуют ТР ТС 021/2011 и находятся в пределах допустимого [1].

Исследование безопасности опытных образцов консервов из мяса кролика с добавлением плодов джиде приведено в таблице 2.

Таблица 2. **Показатели безопасности консервов из мяса кролика с добавлением джиде**

Показатели	Контроль	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3
Токсичные элементы: Свинец, мг/кг	0,48	0,37	0,42	0,34
Кадмий, мг/кг	0,04	0,030	0,034	0,023
Мышьяк, мг/кг	0,09	0,06	0,078	0,066
Ртуть, мг/кг	0,03	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Пестициды, мг/кг гексахлроциклогексан (α, β, γ-изомеры)	0,1	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
ДДТ и его метаболизмы	0,03	0,018	0,02	0,019

Как видно из таблицы 2 опытные образцы отвечают требованиям пищевой и санитарной безопасности по содержанию токсичных элементов [1,2].

Таким образом на основании приведенных исследований показано, что исследуемые образцы сырья и опытных образцов консервов из мяса кролика с использованием плодов джиде на момент проведения исследований соответствовали гигиеническим требования безопасности ГОСТ Р 51301-99 по предельно допустимому содержанию токсичных элементов и микробиологическим показателям.

В соответствии с качественными показателями сырья и готовой продукцией дальнейший этап исследований заключался в определении пищевой и биологической ценности опытных образцов консервов.

Анализ экспериментальных данных по аминокислотному составу сырья и опытных образцов («Кролик по-Алматински»; «Кролик в томатном соусе с джиде»; «Кролик диетический со вкусом джиде») позволяет установить, что консервы из мяса кролика содержат все незаменимые аминокислоты, как в исходном сырье, так и в готовой продукции [4].

Биологическая ценность разработанных консервов сведена в таблицу 3.

Анализ экспериментальных данных по аминокислотному составу сырья и опытных консервов позволяет установить, что готовая продукция содержит все незаменимые аминокислоты.

В количественном отношении опытные образцы разнятся между собой, что характеризует разную степень сохраняемости незаменимых аминокислот.

Например, общее содержание незаменимых аминокислот в сырье составляет 7,57 г на 100 г, а в консервах «Кролик по-Алматински» 7,95 г., т.е. на 5,2 % выше. Этот же показатель у продукта «Кролик в томатном соусе с джиде» и «Кролик диетический со вкусом джиде» составляет 10,58 г. и 6,69 г. на 100 г. белка соответственно.

При сравнительной оценке биологической ценности экспериментальных образцов следует отметить, что аминокислотный скор их разнится. Анализ результатов по аминокислотному составу показал, что новые продукты отличаются высоким содержанием лейцина (варианта №1); валина (варианты №1, №2 и №3); треонина (варианты №1, №2 и №3); метеонина (вариант №1).

Общая сумма аминокислот составляет:

- «Кролик по-Алматински» −20,172 г/на 100 г. белка
- «Кролик в томатном соусе с джиде» −19,328 г/на 100 г. белка
- «Кролик диетический со вкусом джиде» −12,328/на 100 г. белка.

Динамика изменения незаменимых аминокислот в процессе производства представлена на диаграмме рисунка 2 [1].

Как видно из диаграммы, в технологическом процессе производства консервов из мяса кролика наблюдается как увеличение свободных аминокислот, так и их снижение.

Незначительное возрастание некоторых незаменимых аминокислот, возможно связано с распадом белка. Снижение аминокислот в процессе термической обработки связано, в первую очередь, с реакцией майяра, происходящей между свободными аминокислотами и осстанавливающими сахарами.

Рассматривая изменения состава аминокислот в процессе производства новых видов консервной продукции, следует отметить сохранность всех аминокислот, содержащихся в исходном сырье.

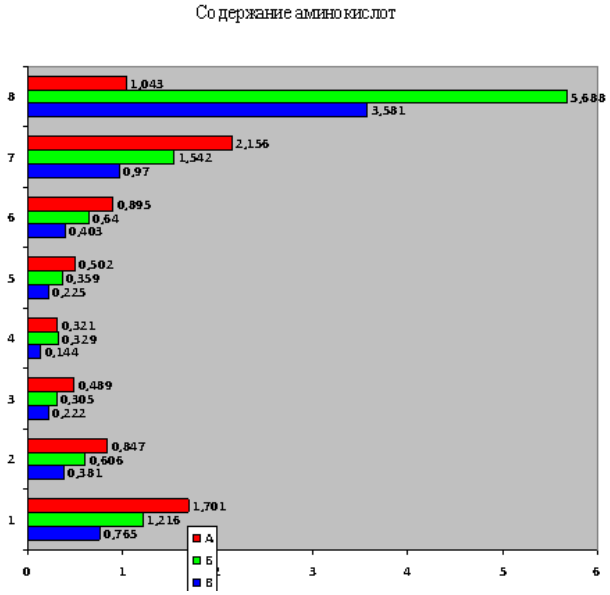


Рис. 1. Диаграмма. Измерение содержание аминокислотного состава
при производстве консервов из мяса кролика;
А – «Кролик по Алматинский», Б – «Кролик в томатном соусе»,
В – «Кролик диетический со вкусом Джиде».
Аминокислоты: 1 – Лейцин; 2 – Изолейцин; 3 – Метионин (цистин); 4 – Триптофан; 5 – Фенилаланин;
6 – Треонин; 7 – Лизин; 8 – Валин.

Заключение

1. Установлено, что наибольший эффект использования вносимой добавки «Джида» для улучшения качественных характеристик консервов достигается при использовании ее в количестве 3,5 % к массе мяса.

2. Разработанные деликатесные мясные продукты из мяса кролика с добавлением плодов джида отвечают требованиям пищевой безопасности: отсутствуют патогенные микроорганизмы, токсичные элементы;

3. Вновь разработанные консервы из мяса кролика отличаются достаточно высокими пищевыми достоинствами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Лисицын А. Б, Сметанина Л. Б. и др. Современные аспекты теплового консервирования мясопродуктов. – М.: ВНИИМП, 2007.

[2] Изтелиева Р.А., Байболова Л.К, Кизатова М.Ж., Адмаева А.М. «Анализ оценки качества консервов из мяса кролика». Международная научно-практическая конференция, 8-11 сентября, 2015г. Харьков.С.271.

[3] Изтелиева Р.А., Байболова Л.К., Альберто Сепеда Саез., Оспанбаева З.А., Егимбаева И.М. «Ветеринарно-санитарная экспертиза мясо кролика». Общественная научная организация "Наука и хозяйство" Международная научно-практическая конференция. Научный журнал № 1(19) / 2016.–С.4

[4] Белозерцева О.Д., Адмаева А.М., Витавская А.В., Кулажанов Т.К., Байболова Л.К. «Использование плодов рода лох (Elaeagnus L.) для производства функциональных продуктов питания». Научный журнал Вестник АТУ, №3 (99) 2013. С.16

[5] Бакшеев, П.Д. Поточное производство мяса кроликов / Е.П. Наймитенко М.: Колос, 1990-С. 110

Изтелиева Р.А., Байболова Л.К., Альберто С.С., Кулажанов Т.К., Рскелдиев Б.А.

Сравнительная характеристика показателей качества консервов из крольчатины

Резюме. Автором предложены пути совершенствования технологии мясных деликатесных продуктов из мяса кролика с добавлением плодов джиде, отвечающие требованиям пищевой безопасности. В статье рассмотрены особенности произрастания плодов джиде в РК.

Ключевые слова: сравнительная характеристика, пищевая безопасность, качественные показатели, мясо кролика, плоды джиде.

Iztelieva R.A., Baibolova L.K., Alberto C.S., Kulajanov T.K.,.Rskeldiev B.A

Comparative characteristic indicators quality canned food from mea rabbit

Summary. An author is offer the ways of perfection of technology of meat delicacy foods from meat of rabbit with addition of garden-stuffs of Jida answering the requirements of food safety. In the article the features of sprouting of garden-stuffs of Jida are considered in РК.

Key words: comparative description, food safety, quality indexes, meat of rabbit, garden-stuffs of Jida.

ӘОЖ 537.311+519.68

[1]Б.А.Мукушев, [2]Нурбакова Г.С., [2]Исимов Н.Т.

([1]Шәкәрім атындағы мемлекеттік университеті,
Семей қаласы, Қазақстан Республикасы bazarbek1@rambler.ru
[2]Әл-Фараби атындағы Казақ ұлттық университеii, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы)

МАТЕМАТИКАЛЫҚ МАЯТНИК ТЕРБЕЛІСІН MATHCAD ПАКЕТІ КӨМЕГІМЕН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Мақала математикалық маятниктің механикалық тербелісін сандық әдістермен зерттеу мәселесіне арналған. Математикалық маятник үшін үш жағдай таңдап алынған: ортаның тұтқырлығы өте аз; ортаның тұтқырлығы бар; маятник ілінген жіп серпімді. Осы үш жағдай үшін физикалық және компьютерлік эксперименттер жасалған.

Түйін сөздер: Математикалық маятник, MathCAD қолданбалы программалар пакеті, физикалық тәжірибе, компьютерлік эксперимент, тұтқыр орта, серпімді жіпке ілінген маятник.

Кіріспе

Табиғатта жиі кездесетін механикалық қозғалыстың түріне қайталанатын қозғалыстар жатады. Мысалы, Жердің өз осі маңайында және Күнді айнала қозғалысы , сағат тілінің қозғалысы т.б. қозғалыстар осындай қозғалыс түріне жатады. Қайталанатын қозғалыстарды зерттеудің ғылымға және өмірге қажеттілігі ерекше. Аспан денелерінің қозғалысын зерттей отырып өте ерте заманның өзіндеақ календарьлар жасалған.

Механикалық тербелістер – табиғаттағы ең көп таралған қозғалыс түріне жатады. Тербелістерді оқып үйрену табиғат құбылыстарын танып білудің ең күшті құралы, ол арқылы микроәлемнің және космостың құпияларын ашуға болады. Физика тарихындағы ең елеулі ашылған жаңалыққа тербелмелі процесстер жататынын академик Мандельштам айтқан еді.

Математикалық және физикалық маятниктің, серппеге ілінген жүктің, қысқышқа қысылған темір сызғыштың, ішектің және т.б. денелер механикалық тербелістер жасайды. Олардың ортақ қасиетгері қозғалыстың қайталануы.

Осы тербелістердің барлығы дерлік идеал модельдер болып табылады. Мысалы, математикалық маятниктің моделі ретінде созылмайтын жіпке ілінген көлемі өте аз, ал массасы бар шарикті алып қарастырады. Басқа да механикалық тербеліс жасайтын жүйелердің модельдері нақты түрде анықталған.

1 Математикалық маятниктің тербелісін компьютерлік эксперименттер көмегімен зерттеу

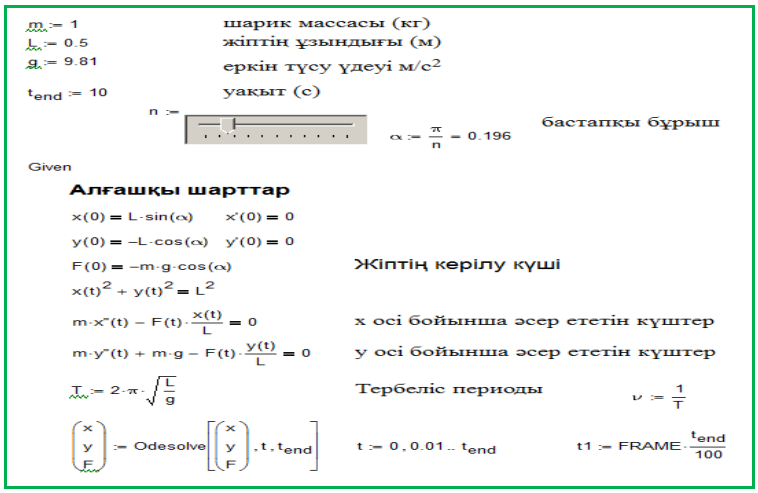
Масса центрі іліну нүктесінен төмен жатқан кез келген дене маятник деп аталады. Шеге ілінген балға, таразы, сағаттың маятнигі және т.б. – тербелетін жүйеге жатады.

Кез келген тербелетін жүйе *орнықты тепе-теңдік* жағдайында бола алады. Мұндай жағдайда маятниктің масса центрі және ілу нүктесі бір вертикальдың бойында жатады. Егер маятникті осы жағдайдан шығарып қоя берсек ол тербелістер жасайды.

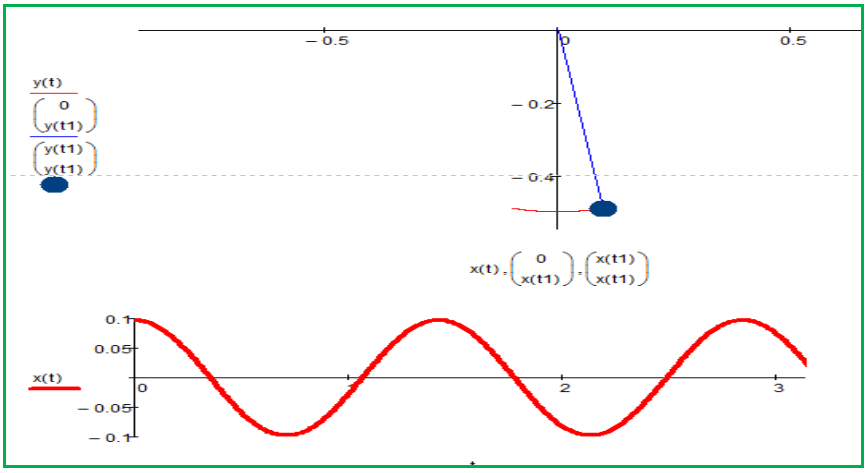
Қарастырылған маятниктердің ортақ қасиеті бар, олар гармониялық тербеліс жасай алады. Демек, осылардың ішіндегі маятниктің бір түрін жан-жақты зерттесек, онда тапқан нәтижелерді басқа маятникті зерттеуде нәтижелі түрде қолдануға болады.

Біз аталған маятниктер ішінен зерттеу үшін *математикалық маятникті* таңдап алдық. Математикалық маятниктің моделі ретінде созылмайтын жіңішке жіпке ілінген көлемі аз массалы жүк алынған. Маятниктің тербелісін зерттеу үшін физикалық тәжірибе және Mathcad 15 қолданбалы программалар пакеті көмегімен компьютерлік эксперименттер жасалды. Біз компьютерлік эксперименттерді жан-жақты қарастырамыз.

1 компьютерлік эксперимент. Ортаның кедергісі жоқ жағдайдағы математикалық маятниктің тербілісі. Төменде осы экспериментке қажетті программа берілген (Листинг 1).



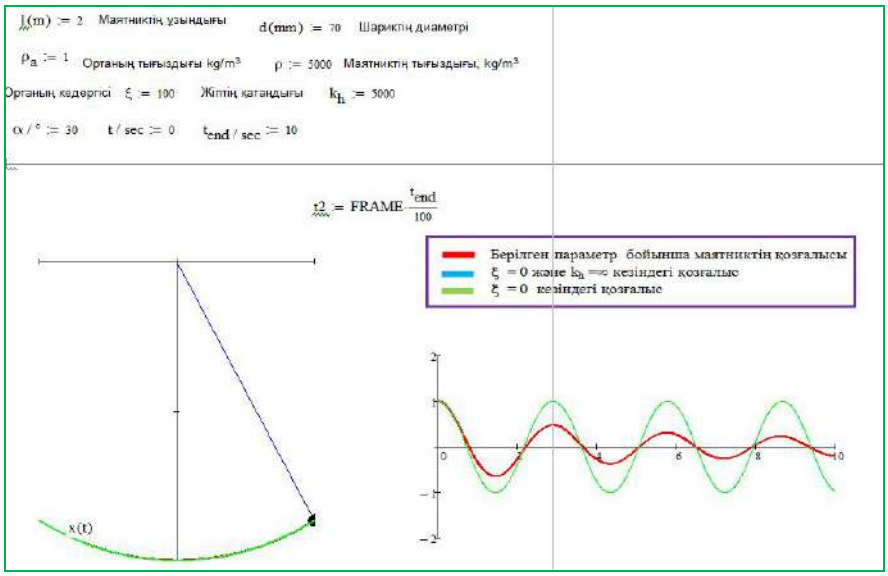
Листинг 1



1-сурет. Математикалық маятниктің тербелісінің траекториясы және координатасының уақытқа тәуелділік графигі

2 компьютерлік эксперимент. Бұл экспериментте ортаның кедергісі болған жағдайдағы математикалық маятниктің тербілісі зерттелген. Экспериментке қажетті программа листинг 2-де көрсетілген. Маятниктің ұзындығы 2 м, шариктің диаметрі 70 мм, тұтқыр ортаның тығыздығы 1кг/м^3, шариктің материалының тығыздығы 5000 кг/м^3, ортаның тұтқырлық коэффициенті 100 н/м/с, маятник жібінің серпімділік коэффициенті 5000 н/м. Маятниктің вертикальдан ауытқуы 30°, бастапқы уақыт 0, соңғы уақыт -10с.

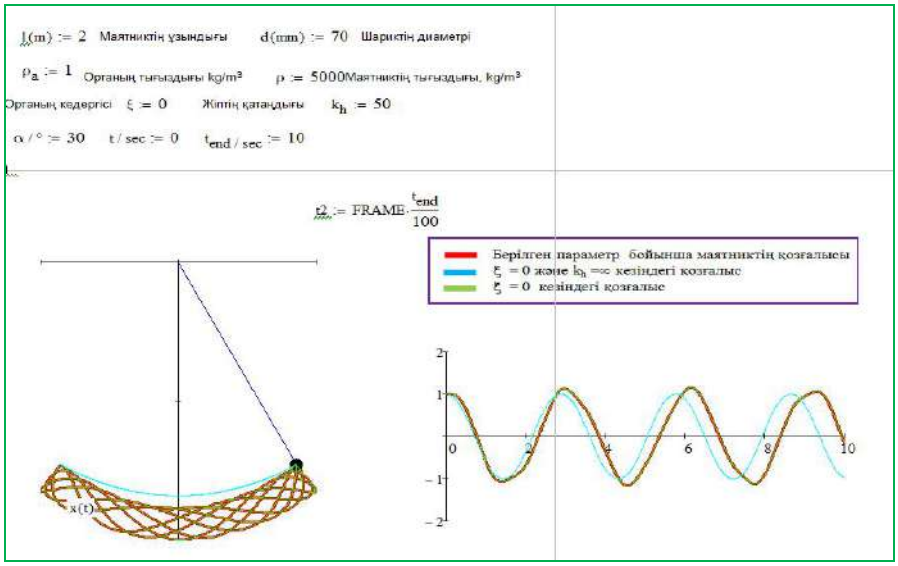
Траекториядағы және графиктегі қызыл сызық берілген параметрлерге сәйкес келеді, көгілдір сызық созылмайтын жіпке ілінген және тұтқырлығы жоқ ортада тербелген жағдайға сәйкес келеді.



2-сурет. Тұтқыр ортада орналасқан математикалық маятниктің тербелісі

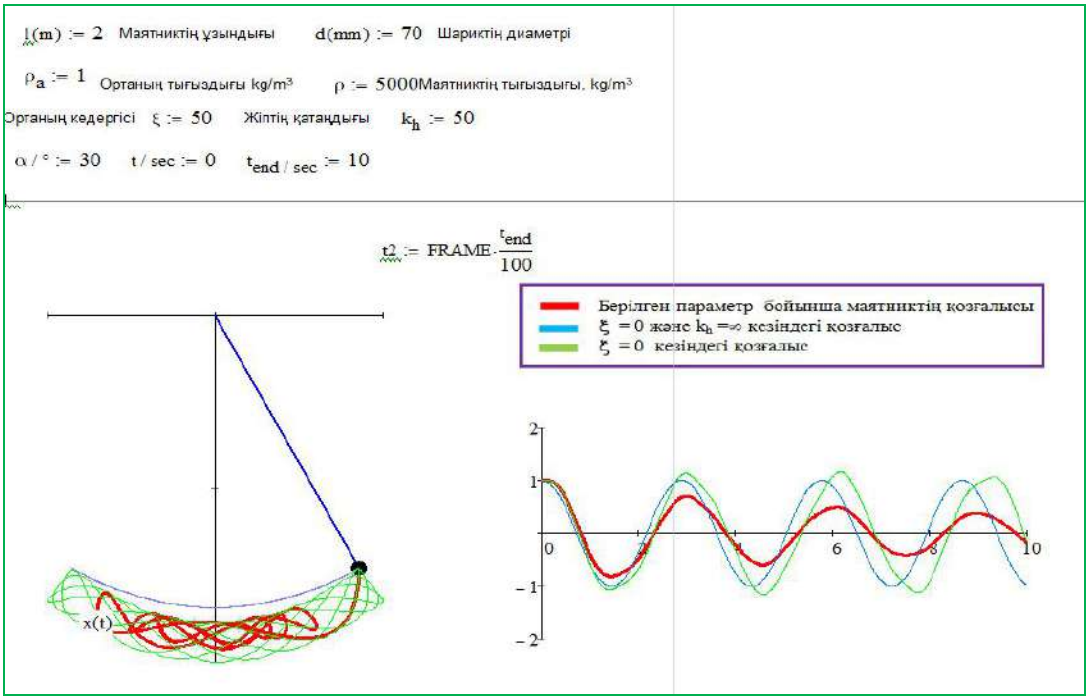
3 компьютерлік эксперимент. Бұл экспериментте ортаның кедергісі болмаған кездегі серпімді (эластик) жіпке ілінген ауыр шарик тербелісі зерттелді. Компьютерлік экспериментке қажетті программа листинг 3-де көрсетілген. Маятниктің ұзындығы 2 м, шариктің диаметрі 70 мм, тұтқыр ортаның тығыздығы 1кг/м^3, шариктің материалының тығыздығы 5000 кг/м^3, ортаның тұтқырлық коэффициенті 100 н/м/с, маятник жібінің серпімділік коэффициенті 50 н/м. Маятниктің вертикальдан ауытқуы 30°, бастапқы уақыт 0, соңғы уақыт -10с.

Траекториядағы және графиктегі қызыл сызық берілген параметрлерге сәйкес келеді, көгілдір сызық созылмайтын жіпке ілінген және тұтқырлығы жоқ ортада тербелген жағдайға сәйкес келеді. Ал жасыл сызық – эластик (созылғыш) жіпке ілінген және ортаның кедергісі жоқ кезге сәйкес келеді.



3-сурет. Серпімді (эластик) жіпке ілінген тұтқыр емес ортада орналасқан математикалық маятниктің тербелісі

4 компьютерлік эксперимент. Бұл экспериментте ортаның тұтқырлығы болған жағдайдағы серпімді (эластик) жіпке ілінген ауыр шарик тербелісін зерттелді. 4 суретте осы компьютерлік эксперимент нәтижелері берілген.



4-сурет. Серпімді (эластик) жіпке ілінген тұтқыр ортада орналасқан математикалық маятниктің тербелісі

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М:. - 1981.-320 с.
[2] Бабаков И.М. Теория колебаний., М:. - 1968.-172 с.

[3] Малов Н.Н. Основы теории колебаний. М:. – Просвещение, 1971. -196 с.
[4] Трубецкий Д.И. Введение в теорию колебания и волны. М:. - 1984. -354 с.
[5] Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М:. - Мир, 1977. 420 с.
[6] Бертяев В.Д. Теоретическая механика на базе Mathcad. Санкт-Петербург: 2006.-752 с.
[7] Кирьянов Д. Mathcad 14 в подлиннике. Санкт-Петербург: 2007.- 684 с.
[8] Очков В. MathCAD 14 для студентов, инженеров и конструкторов. – Санкт-Петербург. – 2007.- 370 с.

Мукушев Б.А., Нурбакова Г.С., Исимов Н.Т.

Исследование колебаний математического маятника с помощью пакета MathCAD

Аннотация. Статья посвящена исследованию механических колебаний математического маятника на основе численных методов. Рассмотрены три случая математического маятника: вязкость среды ничтожно мала; вязкость среды учитывается; маятник, подвешенный на упругой нити. Были проведены физические опыты и компьютерные эксперименты для этих случаев.

Ключевые слова: Математический маятник, пакет прикладых программ MathCAD, физисекий опыт, компьютерный эксперимент, вязкая среда, маятник, подвешенный на упругой нити.

Mukushev B.A., Nurbakova G.S., Isimov N.T.

Study of mathematical pendulum oscillations using of MathCAD

Annotation: The article investigates the mechanical oscillations of a mathematical pendulum based on numerical methods. Three cases are considered mathematical pendulum: the viscosity of the medium is negligible; viscosity of the medium is taken into account; pendulum suspended on an elastic string. Physical experiments and computer experiments were carried out for these cases.

Keywords: mathematical pendulum, software package MathCAD, physical experience, a computer experiment, viscous medium, a pendulum suspended on an elastic string.

УДК 621.311

А. Б. Хабдуллин, З.К. Хабдуллина, А. Б. Хабдуллин, Г.А. Хабдуллина
(Рудненскийиндустриальный институт, г. Рудный, Костанайская область,
Республика Казахстан, aset85@mail.ru)”

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ «РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ШИХТОВЫМ ПОЛЮСОМ»

Аннотация:Разработана программа по расчету параметров синхронного двигателя с шихтовым полюсом.В работеиспользованыразличные методы программирования, включившие в себя исследования по методам расчета характеристик параметров синхронных двигателей и их потерь.

Ключевые слова: пусковые характеристики, шихтовый полюс, схема замещения, режимы параметров, потери мощности обмотки возбуждения, графики зависимостей обмотки возбуждения.

Целью разработки являетсяизучение методов расчета параметров схемы замещения, параметров режима и пусковых характеристик СД.Исследование проведены для реальных СД с шихтованным полюсом.

Висследуемой работе использовались различные методы программирования, включившие в себя исследования по методам расчета характеристик параметров синхронных двигателей и их потерь. При создании программы для ЭВМ использовались разработанные авторами программы алгоритмы расчёта, переведенные на машинный язык и реализованные в программной среде разработки Delphi на языке Pascal.

Разработанная программа необходима для ускорения расчетов параметров схемы замещения, параметров режима и пусковых характеристик асинхронных двигателей. Визуальное представление зависимостей потерь мощности с помощью графиков.

Синхронные двигатели с шихтованным полюсом (СДШП) являются наиболее распространенным типом явнополюсных СД с частотой вращения $n_{ном} \leq$ 1000 об/мин. К ним относятся синхрон-

ные двигатели серий СД, СДН, СДВ, СДК (и ряда других), используемые в качестве приводов разнообразных промышленных механизмов (насосов, вентиляторов, мельниц, мешалок и т.п.). Пуск СДШП, как правило, осуществляется от полного напряжения сети при обмотке возбуждения, замкнутой на дополнительное пусковое сопротивление.

Параметры СД удобно выражать в относительных единицах, когда за базисные условия приняты: $S_Б = S_N$ – номинальная полная мощность СД; $U_Б = U_N$ – номинальное напряжение СД. Исключение составляет электромагнитный момент, который целесообразно выражать в долях от номинального момента двигателя.

Обобщенные параметры и пусковые характеристики СДШП рассчитываются по соответствующим соотношениям после определения параметров схемы замещения.

К основным техническим характеристикам относятся:

Требования к операционной системе - Windows XP/7/10

Требования к ОЗУ - не ниже 256 Mb

Требования к видео - режимы VGA

Требования к процессору - Pentium 4 и выше

Требования к жесткому диску - наличие как минимум 20 мегабайта свободного пространства.

Средой программирования является Delphi. Используя каталожные данные двигателя и заранее подготовленные алгоритмы расчета (составленные по общеизвестным формулам для расчета параметров двигателей), программа выдает пользователю результаты расчетов, строит графики потерь.

Основные функции при работе с программойпозволяют хранить в себе каталожные данные двигателей для последующего использования в расчётах;производить расчет параметров и характеристик асинхронных двигателей, представляя их удобочитаемом виде;создают графики зависимостей потерь мощности от напряжения;позволяют сохранить все полученные данные расчетов.

Работа с программой: для начала работы с программой необходимо наличие исходных данных о двигателе. Их возможно взять из справочных изданий, либо воспользоваться каталогом, встроенным в программу, для этого необходимо нажать на главное меню программы и выбрав параметр «показать каталог двигателей»

После того, как исходные данные будут введены(рисунок 2), достаточно нажать на кнопку «произвести расчёт» для получения результатов расчётов.

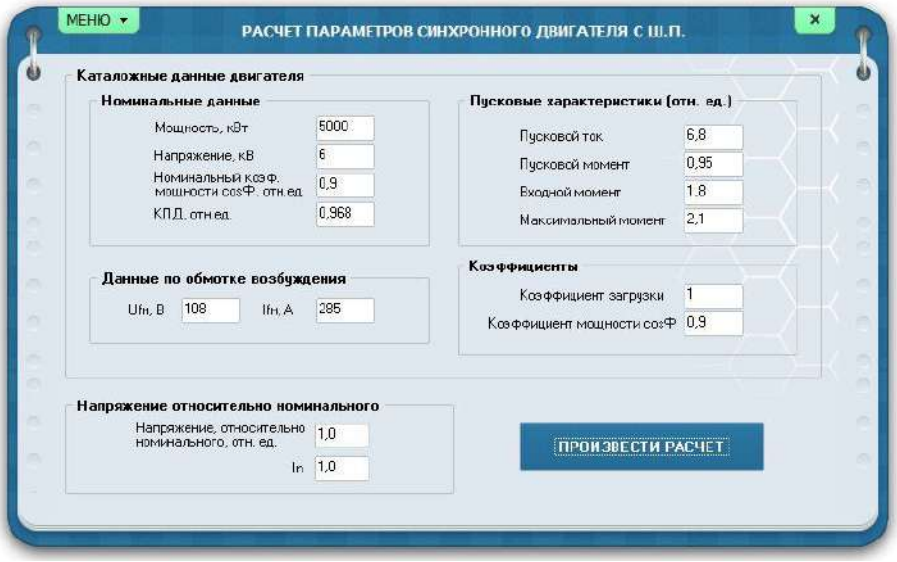


Рис. 2. Окно ввода исходных данных

Окно с результатами расчетов состоит из четырёх вкладок. Первая вкладка изображена на рисунке 3 и предоставляет пользователю результаты расчётов параметров итерационного процесса, активные и реактивные потери в двигателе, а также токи и полную мощность СД.

На второй вкладке показана схема замещения для СД и параметры сопротивлений для этой схемы.

На третьей вкладке показаны графики зависимостейM, P, Q, I, cosФ и КПД от скольжения (рисунок 4). Для наглядности каждый график имеет свой цвет.

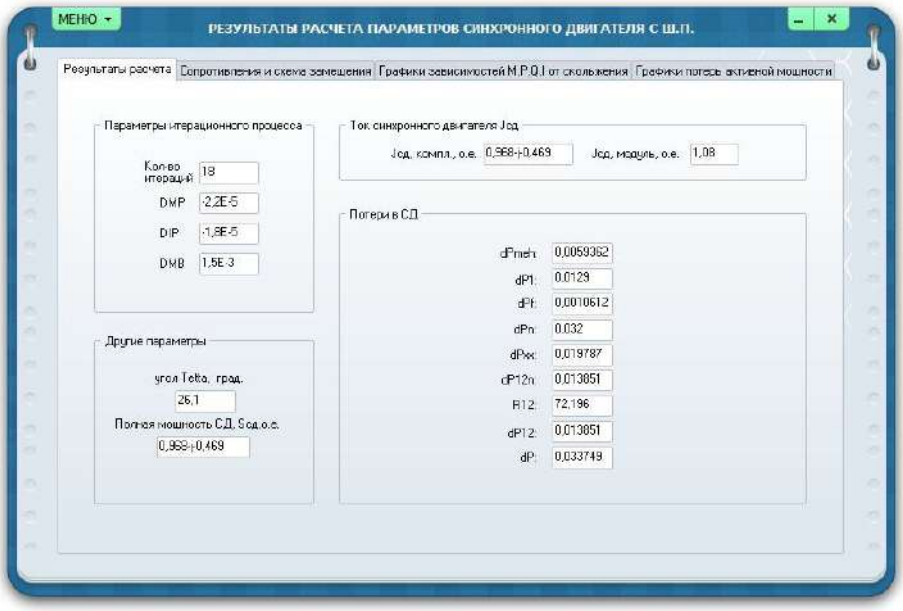


Рис. 3. Первая вкладка окна с результатами расчетов

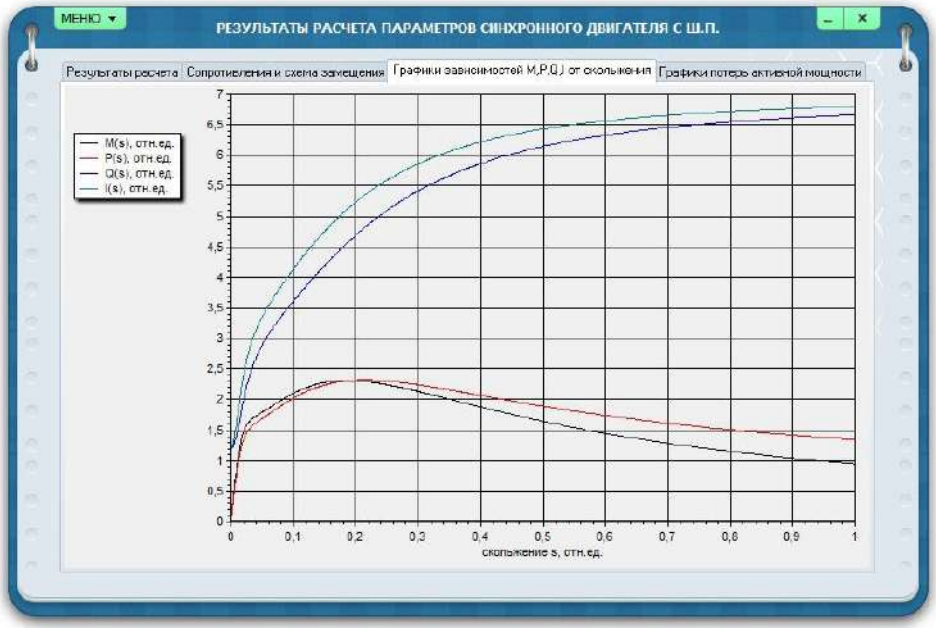


Рис. 4. Графики зависимостей M, P, Q, I, cosФ и КПД от скольжения

Четвертая вкладка показывает пользователю графики зависимостей потерь активной мощности от напряжения. В поле «настройка графиков» можно ввести свои параметры, чтобы найти оптимальное напряжение, при котором потери будут минимальными. Построение графиков по новым данным происходит нажатием на кнопку «перерисовать графики». Ниже приведена таблица с точными значениями минимального и максимального значения для потерь активной мощности.

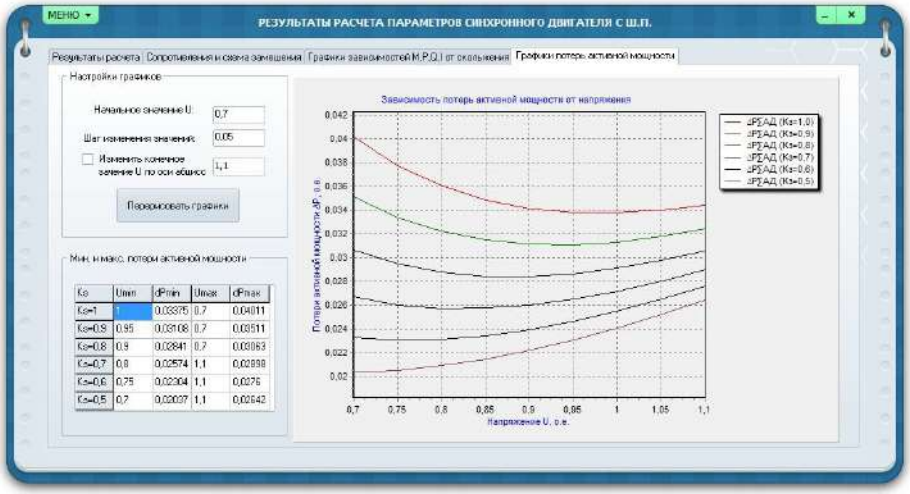


Рис. 5. Графики зависимостей потерь мощности от напряжения

В меню окна результатов расчета есть функция сохранения всех результатов расчетов полученных в программе. Данные сохраняются в файл с расширением .doc, который можно открыть любым редактором, читающим подобный формат текстового документа, например Microsoft Word, версией не ниже 2000.

Разработан алгоритм расчета, учитывающий все исходные данные, а также использующий в расчетах напряжение. Наглядное построение графиков зависимостей потерь мощности от напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гамазин, С.И. Переходные процессы в системах промышленного электроснабжения, обусловленные электродвигательной нагрузкой [Текст] : Монография/ С.И. Гамазин, В.А. Ставцев, С.А. Цырук. – М.: изд-во МЭИ, 1997. – 424 с.

[2] Кацман, М.М. Электрические машины [Текст]: Учеб. для студентов сред. проф. учебных заведений/ М.М. Кацман. -3 изд., испр. – М.: Высш. шк.; Издательский центр «Академия»; 2001.-463 с.: ил.

[3] Хабдуллин А.Б. Оптимизация установившихся режимов в системах цехового электроснабжения по критерию минимизации потерь мощности// Электрооборудование: эксплуатация и ремонт, 2012, № 2, с. 30-35.

[4] Khabdullin A, Khabdullina Z., Climate Considerations of the Electricity Supply Systems in Industries, Environmental and Climate Technologies№13, 2014г

Хабдуллин Ә.Б., Хабдуллина З.К., Хабдуллин А.Б., Хабдуллина Г.А.

Шихталы полюсі бар синхронды қозғалтқыш сипаттарының есебі» бағдарламасын даярлау»

Түйіндеме.Әзірленген бағдарлама шихталы полюсі бар синхронды қозғалтқыш параметрлерін есептеп шығаруға мүмкінік береді. Бұл бағдарлама «Электрэнергетика» мамандығының «Электір машиналары» оқу пәні үрдісіне еңгізілген.

Кілтті сөздер:жіберу сипаттамалары, шихталы полюс, орналастыру сызбасы, сипаттамалар режимі, қозғалту орамының қуатты шығыны, қозғалту орамының тәуелділік кестесі, қозғалту орамының қуат шығыны

Khabdullin A. B., Khabdullina Z.K., Khabdullin A. B., Khabdullina G. A.

Development of the program "The calculation of the parameters of the synchronous motor with the feedstock pole"

Summary. The developed program pozvodyaet calculate the parameters of the synchronous motor with the feedstock pole. The program is implemented in the educational process of discipline "Electrical machines" specialty «Electrical power».

Key words: starting characteristics, charge pole equivalent circuit parameters of modes, the power loss of the field winding, field winding charts dependencies.

УДК 533.15

Ыбырайымқұл Д.Т., Калтаев А., Сұлтанқұлов А.М., Айтжан А.Б.
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан
Doskhan.Ybyraiymkul@kaznu.kz)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ЗАРЯДКИ БАЛЛОНА ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ

Аннотация. Тепло, которое выделяется за счет адсорбции газа, уменьшает наполняемость газом баллона для хранения природного газа в адсорбированном состоянии, также увеличивает время зарядки. С целью регулирования температуры использован пластинчато-трубчатый теплообменник, который помещается в баллон. Влияние терморегулирования на эффективность процессов зарядки/разрядки баллона природным газом исследовано с помощью имитационной модели, которая учитывает поток массы и тепла за счет адсорбции и десорбции. Тепломассоперенос внутри пористого адсорбента описывается с использованием законов сохранения массы, импульса, энергии и уравнения кинетики адсорбции. Уравнение Дубинина-Астахова используется для расчета количества адсорбированного метана в равновесном состоянии. При проведении исследовании было обнаружено, что использование пластинчато-трубчатого теплообменника во время зарядки баллона уменьшается температуру слоя адсорбента, увеличивая объем хранимого газа, а также повышает температуру слоя адсорбента во время разрядки баллона для хранения природного газа в адсорбированном состоянии, что уменьшит не извлекаемого остаточного газа.

Ключевые слова: адсорбция, активированный уголь, адсорбированный природный газ, тепловой эффект, терморегулирование.

Введение.

Конкурентоспособная низкая цена и обильное наличие природного газа недрах земли делает его экономически и экологически привлекательным топливом в энергетике. Природный газ состоит в основном из метана (CH_4, 95-96 %), который имеет высокую удельную теплоту сгорания на единицу массы (55,2 МДж/кг) среди углеводородных топлив [1]. Широкое применение газообразного топлива ограничено проблемами его хранения в емкостях под большим давлением (20-25 МПа) или в сжиженном состоянии при низких температурах (-163 ° С). Одним из наиболее перспективных решений таких проблем (высокого давления и низких температур) является разработка емкости на основе адсорбционной технологии, разработанной для эффективного хранения природного газа при относительно средних давлениях (3-3,5 МПа). Применение адсорбентов увеличит плотность хранения природного газа при равном давлении приблизительно в 2 - 3 раза ниже по сравнению со сжатым газом; терморегулирование обеспечит расширение температурного диапазона эксплуатации и управление режимами поглощения и выделения газа. Альтернативная мобильная система хранения обеспечит сокращение расходов на компрессорное оборудование, снижение затрат энергии на сжатие или сжижение газа и повысит экологическую безопасность за счет перевода транспорта с нефтяного топлива на природный газ. Вследствие того, что процесс является эндотермическим – увеличивается температура адсорбента из-за теплового эффекта, что приводит к уменьшению величины адсорбции (количества адсорбированного вещества). Поэтому эффективное охлаждение/обогревание баллона необходимо для повышения емкости баллона во время зарядки и разрядки, с целью функционирования транспортного средства.

Математическая модель. При численных исследованиях использованы характеристики метана, который является основным компонентом природного газа. Процесс закачки (отбора) метана в адсорбционный баллон для хранения газа при средних давлениях описывается системой уравнений сохранения массы, сохранения энергии, сохранения изменения импульса и кинетики адсорбции.

Уравнение сохранения массы выводится с помощью пространственного осреднения с учетом притока газа из-за адсорбции/десорбции метана в адсорбенте

$$\frac{\partial \rho_g}{\partial t} + \nabla(\rho_g \vec{u}_g) = S, \qquad (1)$$

где S определяет поток массы из-за адсорбции/десорбции газа:

$$S = -\frac{\rho_p}{\varepsilon_b}\frac{\partial a}{\partial t} \tag{2}$$

Средняя плотность адсорбента определяется формулой

$$\rho_p = \rho_s(1-\varepsilon_t), \tag{3}$$

где $\varepsilon_t = \varepsilon_b + (1-\varepsilon_b)\varepsilon_p$ - общая пористость, ρ_s - плотность скелета адсорбента и a - величина адсорбции, ε_b - пористость слоя адсорбента и ε_p - пористость частицы адсорбента.

Уравнение, описывающее движение закачиваемого газа в пористой среде выводится с помощью пространственного осреднения уравнения Навье-Стокса

$$\rho_g \frac{\partial \vec{u}_g}{\partial t} + \rho_g(\vec{u}_g \cdot \nabla)\vec{u}_g = -\nabla P + \mu_g \nabla^2 \vec{u}_g + \vec{F}, \tag{4}$$

где ρ_g – плотность газа, $\vec{u}_g$ – скорость газа, P – давление газа, μ_g – динамическая вязкость газа. $\vec{F}$ определяет нелинейное сопротивление пористой среды (твердых сорбентов):

$$\vec{F} = -\left(\frac{\mu_g}{K}\varepsilon_b \vec{u}_g + Kf|\vec{u}_g|\vec{u}_g\right). \tag{5}$$

Уравнение сохранения энергии получается с помощью пространственного осреднения уравнения баланса полной энергии системы, которое учитывает тепловой эффект при адсорбции газа. Кинетическая энергия газа не учитывается, так как число Маха ниже 0.03. Число Маха вычисляется по формуле $Ma = \frac{|\vec{u}|}{a}$, где a – скорость звука в газовой среде, которая вычисляется из формулы Зетцманда Вагнера [2]. Максимальная скорость газа, которая зависит от критического потока, вычисляется по формуле [8]

$$|\vec{u}| = \left|\frac{Q_{charge}}{S_{IN}}\right| = \left|\frac{0.471 C_N C_V P_{charge}}{60000\ S_{IN}}\sqrt{\frac{1}{G_g T_{charge}}}\right|, \tag{6}$$

где Q_{charge}– объемный расход, S_{IN} – площадь сечения трубы (диаметр этой трубы намного больше, чем диаметр соединительных трубок) через который газ входит в баллон, C_N – константа, P_{charge} – давление закачиваемого газа, C_V – коэффициент сопротивления вентиля и других соединительных трубок, T_{charge} – температура закачиваемого газа.

При осреднении учитывается аддитивность внутренней энергии адсорбента, газа и адсорбированного газа:

$$\left(\varepsilon_b \rho_g c_{p,g} + \rho_p c_{p,a} a + \rho_p c_{p,s}\right)\frac{\partial T}{\partial t} + \varepsilon_b \rho_g c_{p,g} \vec{u}_g \cdot \nabla T = -\nabla \cdot (k\nabla T) + \rho_p H_{ads}\frac{\partial a}{\partial t}, \tag{7}$$

где $c_{p,g}$ – теплоемкость газа при постоянном давлении, $c_{p,a}$ – теплоемкость адсорбированного газа, $c_{p,s}$ – теплоемкость адсорбента, T – температура, H_{ads} – теплота адсорбции и $k = \varepsilon_b k_g + (1-\varepsilon_t)k_s$ – теплопроводность среды.

Приближенная модель линейной движущей силы (LDF) используется, чтобы описать кинетику адсорбции газа

$$\frac{\partial a}{\partial t} = (a_{вq} - a) K_S \exp\left(-\frac{E}{RT}\right), \tag{8}$$

где E – характеристическая энергия адсорбционной системы, $a_{вq}$ –равновесная величина адсорбции, R – газовая постоянная, K_S – эффективный коэффициент переноса массы. Для вычисления равновесной величины адсорбции применятся модель Дубинина-Астахова

$$a_{вq} = \frac{W_0}{v_a} \exp\left[-\left(\frac{A}{E}\right)^n\right], \tag{9}$$

где A - адсорбционный потенциал Поляни, v_a – удельный объем адсорбированного газа (метана), W_0– максимальная величина адсорбции, и n – структурный параметр гетерогенности пористой среды, который в гомогенной среде равна единице. Адсорбционный потенциал A является удельной работой, сделанной при изотермическом сжатии единичного объема пара от P до давления насыщенности P_s:

$$A = RT \ln\left(\frac{P_s}{P}\right). \tag{10}$$

Поскольку метан находится в суперкритическом состоянии при стандартных условиях, применение модели Дубинина-Астахова требует определения давления насыщения (P_s) и удельного объема адсорбированной фазы v_a. Давление насыщения P_s газа вычисляется из выражения Дубинина

$$P_s = P_{cr}\left(\frac{T}{T_{cr}}\right)^2, \tag{11}$$

где P_{cr} – критическое давление, а T_{cr} является критической температурой газа. Удельный объем адсорбированной фазы v_a определяется из уравнения [4]

$$v_a = v_b \exp(\alpha(T - T_b)), \tag{12}$$

где v_b - удельный объем при температуре кипения (T_b), α - тепловой коэффициент расширения.

Таким образом, уравнение Дубинина-Астахова выражается в виде

$$a_{вq} = \frac{W_0}{v_a} \exp\left\{-\left[\frac{RT}{E} \ln\left(\frac{P_{cr}}{P}\left(\frac{T}{T_{cr}}\right)^2\right)\right]^n\right\}. \tag{13}$$

Процесс адсорбции сопровождается изменением фазы и выделением тепла, которая называется теплотой адсорбции. Уравнение Клапейрона используется для оценки теплоты адсорбции в зависимости от величины адсорбции [5]:

$$H_{ads} = RT^2\left[\left(\frac{\partial(\ln P)}{\partial T}\right)_a\right]. \tag{14}$$

Так как адсорбированная фаза отличается от газообразной и жидкой фаз, удельная теплоемкость при постоянном давлении $c_{p,a}$ должна быть определена для адсорбированной фазы. В последние годы рядом исследователей удельная теплоемкость адсорбированной фазы $c_{p,a}$ считается термо-

динамически определяемой величиной и равной производной от дифференциала температуры энтальпии адсорбированной фазы h_a при постоянной величине адсорбции a[6,7]:

$$c_{p,a} = \left(\frac{\partial h_a}{\partial T} \right)_a \tag{17}$$

По определению, теплота адсорбции H_{ads} также может быть выражена как разность между энтальпией газовой фазы и энтальпией адсорбированной фазы [6]:

$$H_{ads} = h_g - h_a \tag{18}$$

Таким образом, удельная теплоемкость адсорбированной фазы может быть переписано как

$$c_{p,a} = \left(\frac{\partial h_g}{\partial T} \right)_P - \left(\frac{\partial H_{ads}}{\partial T} \right)_a = c_{p,g} - \left(\frac{\partial H_{ads}}{\partial T} \right)_a \tag{19}$$

где $c_{p,g}$ – удельная теплоемкость газовой фазы. Система замыкается уравнением состояния Ван-дер-Ваальса:

$$\left(P + \frac{a}{V^2} \right)(V - b) = RT$$

Рассмотрена внутренняя конструкция баллона, представляющего собой прямоугольную область, где находится ребристо-трубчатый теплообменник. Стенками теплообменника являются медные пластины толщиной 0,1 мм, между которыми зажат слой адсорбента (Рисунок 1). Ширина и высота теплообменника 112 мм, расстояние между пластинами (толщина слоя адсорбента) 8,3 мм. Для улучшения теплообменных свойств баллона через адсорбент и пластины вдоль всего баллона проведены медные трубки-теплообменники, внешний и внутренний диаметр которых 5 мм и 4 мм соответственно (Рисунок 1).

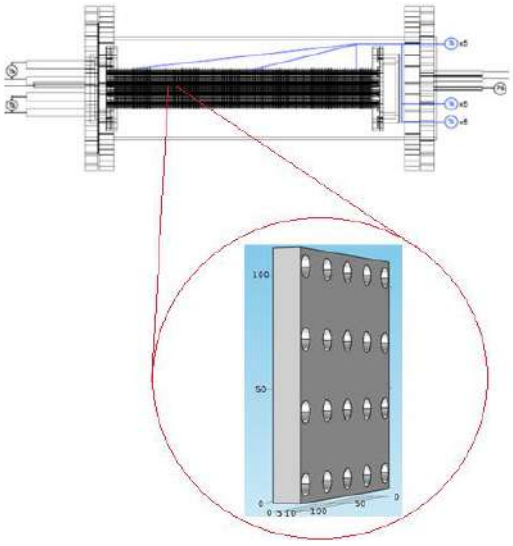


Рис. 1. Схема баллона для хранения адсорбированного газа

В качестве адсорбента в баллонах хранения газа применяются активированный уголь, цеолит или гель кремниевой кислоты, порошковый адсорбент Maxsorb III или другие виды сорбентов. Однако наиболее широкое применение получили активированный уголь и порошковый адсорбент Maxsorb III в силу относительно низкой стоимости.

Результаты и заключения. Как было сказано ранее, вдоль рассматриваемого баллона сквозь теплообменники пропущены медные трубки, предназначенные для терморегулирования системы (Рисунок 4). Пространство между пластинами теплообменника заполнено порошковым адсорбентом Maxsorb III. Во время закачки газа в баллон в медных трубках циркулирует вода, температура которой постоянна. Проведен расчет изменения средней температуры в баллоне с течением времени при зарядке с циркуляцией и без циркуляции воды. Получено распределение температуры в ребристо-трубчатом теплообменнике (Рисунок 2).

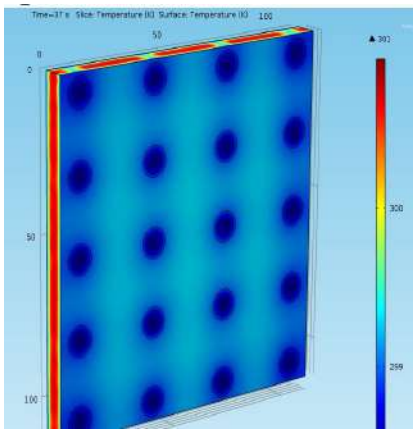


Рис. 2. Расчет температуры в ребристо-трубчатом теплообменнике баллона, ограниченном двумя медными пластинами при t = 37 сек

Из результатов расчета видно, что вода в трубках охлаждает баллон (Рисунок 3), поглощая тепло адсорбции, за счет чего снижается давление в баллоне.

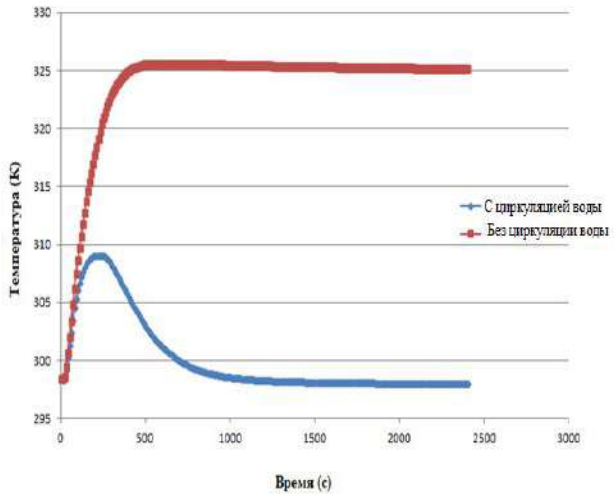


Рис. 3. Изменение средней температуры в баллоне со временем для режима зарядки с циркуляцией воды (красная линия) и без циркуляции воды (синяя линия) через медные трубки теплообменника

Циркуляция воды в баллоне снижает температуру процесса зарядки, увеличивая тем самым поглотительную способность адсорбента, который обеспечивает расширение температурного диапазона эксплуатации и управление режимами поглощения и выделения газа (Рисунок 4). В связи с этим, для повышения эффективности заправки транспортных средств газов необходимо использовать охлаждение/обогревание баллона во время зарядки и разрядки. Полученные результаты показывают, что терморегулирование системы позволяет повысить адсорбционную емкость баллона (Рисунок 4). Как было сказано ранее, это связно со снижением давления в баллоне за счет его охлаждения водой.

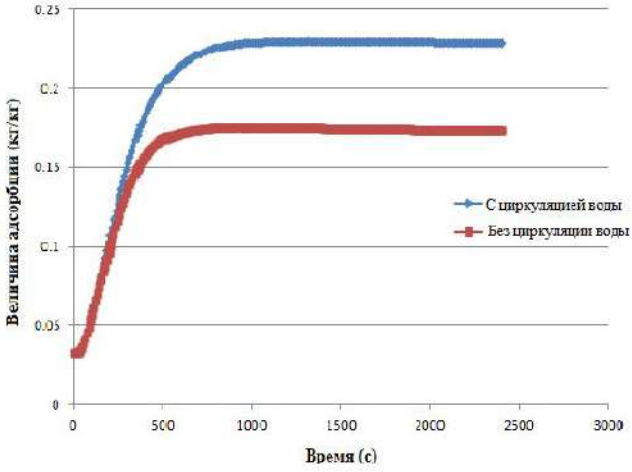


Рис. 4. Изменение величины объемной (кг/кг массовая же) адсорбции с течением времени для режима зарядки баллона с циркуляцией воды (красная линия) и без циркуляции воды (синяя линия) через медные трубки теплообменника

Терморегулирование баллона с помощью ребристых поверхностей и трубок увеличивает скорость массопереноса во время процессов зарядки и разрядки метана в/из баллона (Рисунок 5). Увеличение массопереноса, в свою очередь, снижает время заправки газом транспортного средства.

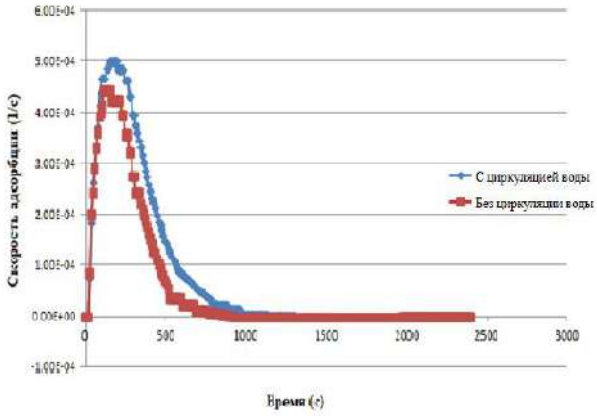


Рис. 5. Средняя скорость массопереноса в баллоне

Результаты расчетов показывают, что при использовании порошкообразного активированного угля конструкция баллона мало влияет на массоперенос газа, однако, при радиальных течениях из фильтрующей трубки выявлено уменьшение запаса адсорбции по причинам повышения температуры.

Таким образом, ребристо-трубчатый теплообменник является более эффективным для процессов зарядки и разрядки баллона. В результате этой работы показана эффективность использования терморегулирования процессов, позволяющего повысить величину объемной адсорбции, таким образом, во время зарядки в динамических условиях длительность зарядки сокращается, поскольку температура адсорбента падает быстрее и количество адсорбированного метана возрастает.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Talu O. An overview of adsorptive storage of natural gas, Fundamentals of Adsorption, Proceedings of 4th International Conference on Fundamentals of Adsorption, Kyoto, May, 1992. 17-22 p. Wang L., Mavriplis DJ. Implicit Solution of the Unsteady Euler Equations for High-Order Accurate Discontinuous Galerkin Discretizations. J Comput Phys., 143:126–138, 2007.

[2] Suzuki M. Adsorption Engineering, Elsevier Science Publishers, Tokyo, 1990. -500 p.

[3] Ruthven D.M. Principles of Adsorption and Adsorption Processes, John Wiley and Sons, London, 1984. -500 p.

[4] Ozawa S., Kusumi S., Ogino Y. Physical Adsorption of Gases at High Pressure. Journal of Colloid and Interface Science, N 56, 1976. 83-91 p.

[5] Myers A.L. Thermodynamics of adsorption in porous materials, AIChEJournal, N 48, 2002. 145-160 p.

[6] Rahman K.A., Loh W.S., Yanagi H., Chakraborty A., Saha B.B., Chun W.G., Ng K.C. Experimental adsorption isotherm of methane onto activated carbon at sub and supercritical temperatures, Journal of Chemical Engineering & Data, N 55, 2010. 4961–4967 p.

[7] Rahman K.A., Loh W.S., Chakraborty A., Saha B.B., Chun W.G., Ng K.C. Thermal enhancement of charge and discharge cycles for adsorbed natural gas storage, Applied Thermal Engineering, N 31, 2011. 1630-1639 p.

[8] Saha B.B., Koyama S., El-Sharkawy I.I., Habib K., Srinivasan K., Dutta, P. Evaluation of Adsorption Parameters and Heats of Adsorption through Desorption Measurements, Journal of Chemical & Engineering Data, N 52, 2007. 2419-2424 p.

[9] Saha B.B., El-Sharkawy I.I., Habib K., Koyama S., Srinivasan K. Adsorption of equal mass fraction near an azeotropic mixture of pentafluoroethane and 1,1,1-trifluoroethane on activated carbon, Journal of Chemical & Engineering Data, N 53, 2008. 1872-1876 p.

Ыбырайымқұл Д.Т., Калтаев А., Сұлтанқұлов А.М., Айтжан А.Б.

Температураны реттеудің табиғи газбен баллонды толтыру процесінің тиімділігіне әсерін зерттеу

Түйіндеме. Газдың адсорбциясының салдарынан шығартын жылу табиғи газды адсорбцияланған күйде сақтайтын баллонның сыйымдылығын азайтады, сонымен қатар толтыру уақытын ұлғайтады. Баллон ішіне температураны реттеу мақсатында пластина мен түтікшелерден тұратын жылу алмасу құрылғысы орналастырылған. Термореттеудің табиғи газбен баллонды толтыру/шығару процесінің тиімділігне әсері адсорбции және десорбция байланысты газ ағыны мен жылу бөлінуін ескеретін модел арқылы зерттелді. Кеуекті адсорбент ішіндегі жылу және масса алмасуы масса, импульс, энергия сақталу заңдары және адсорбциялық кинетикасы теңдеуі арқылы сипатталған. Дубинин-Астахов теңдеуі тепе-теңдік жағдайдағы адсорбцияланған метан мөлшерін есептеу үшін қолданылады. Зерттеу барысында пластина мен түтікшеден тұратын жылу алмасу құралы адсорбент қабатының температурасын баллонды газбен толтыру барысында төмендетіп, сақтайтын газ көлемін ұлғайтатыны және шығару барысында адсорбентті жылытып, баллондағы алынбайтын қалдық газ көлемін азайтатыны анықталды.

Кілтті сөздер: адсорбция, белсендірілген көмір, адсорбцияланған табиғи газ, жылу эффектісі, термореттеу.

Ybyraiymkul D.T., Kaltayev A., Sultankulov A.M., Aitzhan A.B.

Investigation of the influence of temperature control on the efficiency of the charging process of cylinder by natural gas

Summary. Heat, which is released due to adsorption and desorption of gas, decreases the capacity of adsorbed natural gas vessel, also it is increases charging time. In order to control temperature there was used fin and tube heat exchanger, which is placed into the vessel. Influence of thermal control on the efficiency of the charging/discharging process of adsorbed natural gas vessel by gas is studied using a heat and mass transfer model which takes in account mass and heat flux due to adsorption/desorption. Heat and mass transfer of gas within the porous adsorbent described using the mass, momentum, energy conservation laws and the adsorption kinetics equation. Dubinin-Astahov equation used to calculate the amount of adsorbed methane at equilibrium condition. There were found that using of fin and tube type of heat exchanger while charging of the vessel decreases temperature of adsorbent layer and increases of temperature of adsorbent layer while discharging of adsorbed natural gas vessel.

Key words: adsorption, activated carbon, adsorbed natural gas, thermal effect, thermal control.

УДК621.039.8.003

Н.А. Мункебаева, К.С. Жолдыбаев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, gaisin0510@gmail.com)

О ПЕРЕВОДЕ И ПЕРСПЕКТИВЕ РЕАКТОРОВ АЭС НА ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНАХ С УРАН – ПЛУТОНИЕВОГО (^{235}U – ^{239}Pu) НА ТОРИЙ – УРАНОВЫЙ (^{232}Th – ^{233}U) ЦИКЛ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЯДЕРНОГО ГОРЮЧЕГО

Аннотация. В статье приведены нейтронно-физические расчеты активной зоны реактора АР 1000 с ториевым бланкетом. Проводятся расчеты с учетом двух циклов: уран-плутониевый и торий-урановый. В результате проведенных расчетов были получены следующие характеристики активной зоны: эффективный коэффициент размножения, скорости реакции для различных изотопов и количество ядер различных изотопов. Так же

были определены коэффициенты конверсий для части активной зоны с уран-плутониевым и торий-урановым циклом.

Ключевые слова: уран –плутониевый цикл, уран –ториевый цикл, коэффициенты конверсий, эффективный коэффициент размножения,бланкет.

Известно, что природные запасы топлива органического происхождения постоянно и в значительной степени истощаются. В связи с этим растут затраты на их добычу. Одним из реальных путей решения проблемы удовлетворения постоянно растущей потребности человечества в энергии в настоящее время является использование энергии деления ядер урана (^{235}U и ^{233}U).

Известно, что уран и торий широко распространены в природе. Уран в значительных концентрациях содержится во многих горных породах, в океанах, где он находится главным образом в рассеянном состоянии. Среднее содержание урана в земной коре $2{,}5\cdot10^{-4}$ по массе. Количество урана в слое литосферы толщиной 20 км оценивают в $1{,}3\cdot10^{14}$ т.

А в целом тория в природе во много раз больше чем урана, его запасы практически неисчерпаемы. Торий почти всегда содержится в минералах редкоземельных элементов, которые служат одним из источников его получения. Содержание тория в земной коре 8 – 13 г/т, в морской воде – 0,05 мкг/л.

Из сказанного следует, что запасы урана ограничены и могут быть исчерпаны в ближайшие столетия; в то же времяторий, запасы которого практически не ограничены, может быть использован для воспроизводства весьма хорошего делящегося материала и обеспечить человечество энергией на многие тысячелетия.

Несмотря на малую долю топлива в цене электроэнергии от АЭС (около 2% [1]), стоимость урана будет медленно, но постоянно возрастать, а запасы урана будут постепенно истощаться.

Что касается Казахстана, то он достаточно богат топливными ресурсами, включая нефть, уголь, газ и уран. Он располагает 1,6 млн. тонн разведанных запасов урана, что выводит Республику на второе место в мире по объемам разведанных запасов урана.

В современных реакторах в процессе эксплуатации для энерговыделения используется всего лишь 0,5% добытого урана, что ограничивает топливный ресурс. При этом 10% добытого урана идет в радиоактивные отходы, что осложняет экологическую обстановку. Сам реактор является ядерноопасной системой, так как работает с запасом реактивности. Кроме того, в процессе работы реактора в топливе в результате облучения накапливается примерно 1% плутония. Этот плутоний потенциально может быть использован для несанкционированного изготовления взрывных устройств. По нашему убеждению, все эти и другие проблемы современной ядерной энергетики на самом деле являются проблемами уран-плутониевого топливного цикла и могут быть решены профилактически при ее переводе на замкнутый торий-урановый топливный цикл и адаптации активной зоны тепловых реакторов к Th-U-Pu-оксидному топливу [2].

Ториевое топливо обладает лучшими тепловыми и физическими свойствами, а также более высокими характеристиками стойкости к облучению, чем урановое топливо. Оно может быть лучшим топливным вариантом для конструкций ядерно-энергетических систем, работающих при более высоких температурах, таких как системы для не электроэнергетических применений. Кроме того, точка плавления двуокиси тория приблизительно на 500 градусов Цельсия выше, чем у двуокиси урана. Это разница обеспечивает дополнительный запас безопасности в случае временного скачка мощности или потери теплоносителя в реакторе.

Еще одно возможное преимущество ториевого топливного цикла связано с долгосрочным обращением с отработавшим топливом. По сравнению с урановo- плутониевыми топливными циклами, в ториевых топливных циклах образуется меньшее количество высокоактивного отработавшего топлива с продуктами деления, имеющими более короткие периоды полураспада. Инженерно-технические решения для долгосрочного захоронения отходов при ториевом топливном цикле в отношении, как жизненного цикла, так и необходимых площадей хранилища могут быть менее строгими, чем в случае урановo-плутониевого топливного цикла.

Ториевый топливный цикл может потенциально обеспечивать экономическое преимущество перед нынешним открытым топливным циклом на основе урана, несмотря на то, что ожидаемая стоимость изготовления ториевого топлива может быть выше, чем в случае уранового топлива. Ожидаемая возможно более высокая стоимость является следствием более сложного обращения с ураном-233 и связанным с ним высокорадиоактивным ураном-232. Однако другие факторы могут смягчать влияние более высокой

стоимости изготовления; например, в ториевом топливном цикле не требуется никакого обогащения, а для превращения оксида природного тория в топливные формы, готовые к первому облучению, требуется меньше технологических этапов конверсии, чем в случае урана[3].

Вдохновляющим примером целесообразности исследований в этом направлении являются создание, работа и результаты переработки отработавшего оксидного торий-уранового топлива водо-водяного реактора бридера (LWBR) в Шиппингпорте. Экспериментально показаны возможности: — достижения расширенного воспроизводства (kв ≈ 1,013) 233U в 232Th-233U оксидном топливе; — использования обычной воды в качестве теплоносителя; — радиохимической переработки облученного топлива с выделением урана, содержащего радиологический опасный изотоп 232U. Таким образом, экспериментально продемонстрирована возможность реализации замкнутого торий-уранового топливного цикла[2].

Практически каждый тип реактора в то или иное время изучался с точки зрения применения в нем ториевого топлива.

Ториевый топливный цикл представляет заметный интерес для реакторов на тепловых нейтронах, поскольку основной делящийся изотоп этого топливного цикла U-233 дает в тепловом спектре нейтронов примерно 0,2 «дополнительных» нейтрона (по сравнению с U-235 и Pu-239), которые можно использовать для повышения эффективности топливного цикла. Вследствие этого существуют убеждения, что можно создать такие реакторы на тепловых нейтронах и соответствующие уран-ториевые топливные циклы, которые позволят получить коэффициент воспроизводства ядерного топлива.

Основные параметры современных реакторов с водой под давлением считаются вполне возможными использованию в них топлива на основе тория (с ураном-235 или ураном-233) без изменения конструкции реактора и схемы всей АЭС в целом.

В связи с этимдля исследовательских работ нами выбран реактор типа PWR AP-1000с топливом UO_2 и ториевым бланкетом.Рассмотрение и анализ результатов нейтроно-физических характеристик уран – плутониевого и торий уранового топливного цикла как раз и является предметом настоящего доклада.

Обьект исследования.Реактор AP1000 был разработан компанией Westinghous, представляет собой двухпетлевой реактор сводойподдавлением(типа PWR),спассивными системамибезопасности и значительным упрощением конструктивных и компоновочных решений для облегчения строительства, эксплуатации и техническогообслуживания. Проектная тепловая мощность активной зоны реактора типа AP1000 составляет 3400 МВт. Активная зона состоит из 157 топливных сборок типа 17×17, высотой 4,3 м.

Внутри ТВС стержни PYREX могут быть расположены в трех разных конфигурациях. Так же стержни IFBA могут быть расположены в пяти разных конфигурациях.

Описание активной зоны реактора, включая размеры и материалы активной зоны, представлены в таблице1.

Таблица 1. **Параметрыактивной зоны реактора AP-1000.**

Параметры	Значения
Активная зона	
Тип топливной сборки	17×17
Число ТВС	157
Высота активной зоны (см)	426,72
Эквивалентный диаметр активной зоны (м)	3.04
Теплоноситель	вода
Число твелов в ТВС-е	264
Шаг решетки (см)	1.26
Полный поперечный размер сборки (см)	21.40
Внешний диаметр твелов (см)	0,95
Диаметр зазора(см)	0,0165
Толщина оболочки (см)	0,0572
Материал оболчки	ZIRLO

Топливные таблетки	
Материал	Спеченый двуокось урана
Плотность (% теоретический)	95,5
Топливные обогащения	
1зона	2.35
2 зона	3.40
3 зона	4.45
Диаметр (см)	0.819
Длина (см)	0.983
Стержни поглотители PYREX (Discrete Burnable Absorber Rods)	
Число	1558
Материал	Боросилкатное стекло
Внешний диаметр (см)	0.968
Внутренний диаметр (см)	0.461
Материал оболочки	Нержавеющая сталь (Stainless Steel)
Длина (см)	368,30
Стержнипоглотители IFBA (Integral Fuel Burnable Absorbers)	
Число	8832
Материал	Борное покрытие
Состав B10 (мг/см)	0.772
Длина	386,08
Толщина покрытия	0,00256

Нейтронно-физические расчеты

Основные нейтронно-физические характеристики реактора рассчитывались методом Монте-Карло (ММК) с использованием программы MCNP5 разработанной “LosAlamosNationallaboratory”, с целью определения эффективного коэффициента размножения и распределения скоростей различных реакций в активной зоне.

Базируясь на методе Монте Карло MCNP5 позволяет решить множество задач: с непрерывным спектром энергий, в 3D геометрии, с зависимостью от времени. Энергия нейтронов лежит в диапазоне от 10−11МэВ до 20 МэВ. Вычисление Кэфф для размножающих сред – еще одна из основных возможностей MCNP.

По собранным техническим характеристикам измененного состава активной зоны реактора АР-1000 был составлен файл исходных данных.

Перед запуском программы создан входной файл, который в дальнейшем обрабатывался программой. Файл включает в себя следующуюинформацию о задаче:

−описание геометрии;

−описание материалов и задание сечений;

−описание координат и характеристик нейтронного источника;

−задание рассчитываемых функционалов;

−уменьшение погрешностей расчетов

По окончании работы по созданию входногофайла программа визуализировал состав активной зоны, после чего был осуществлен запуск программы.

Метод Монте-Карло

Монте Карло применяется для моделирования различных процессов, носящих статистических характер (например, взаимодействие нейтронов в среде).Метод крайне полезен при решении сложных задач, которые невозможно смоделировать программой, основанной на детерменистском методе. Для каждойчастицы моделируются случайные события. Совокупность отдельных событий,носящих статистический характер, составляет полную картину происходящегопроцесса. По распределению вероятностей отдельных событий можно судитьо процессе в целом. В общем случае, моделирование выполняется с помощьюкомпьютера, так как количество разыгранных событий, необходимых для удовлетворительного описания процесса, крайне велико.В задачах переноса частиц приемыМонте Карло наиболее близки к реальности. Суть метода заключается в отслеживании каждой частицы, по-

кинувшейисточник, от рождения до исчезновения (поглощения, утечки и т.д.). Разыгрывание событий основано на генерации случайных чисел. Используя данныепереноса, можно определить место нахождения частицы на каждом этапе ееистории.

Расчеты скоростей реакции и плотности потока нейтронов

Решение задачи состояло из двух частей. На первом этапе были выполнены расчеты скоростей реакции и плотности потока нейтронов с помощью программы MCNP5. По окончании запуска программа сформировала несколько выходных файлов, среди них файлы с именами ./RUNTPE и ./OUTP. Последний из них содержит непосредственные результаты расчета:

- Коэффициент размножения равен 1.02477
- Распределения скоростей различных реакций в активной зоне (таблица 2,3)

Таблица 2. **Скорости реакций деления, поглощения и реакции (n,2n) для различных изотопов для части активной зоны с уран-плутониевым циклом**

Изотопы	Скорость реакции деления, 1/с	Скорость реакции поглощения, 1/с	Скорость реакции (n,2n), 1/с
^{235}U	1,96E-09	3,55E-10	3,95E-14
^{238}U	9,09E-13	4,58E-11	5,24E-14
^{239}Np	0	7,73E-10	0
^{238}Np	0	3,55E-10	0
^{237}Np	0	3,48E-10	0
^{239}Pu	3,00E-09	1,28E-09	0
^{240}Pu	4,98E-12	2,64E-09	0
^{241}Pu	3,83E-09	1,33E-09	0

Таблица 3. **Скорости реакций деления, поглощения и (n.2n) для различных изотопов для части активной зоны с торий-урановым циклом**

Изотопы	Скорость реакции деления, 1/с	Скорость реакции поглощения, 1/с	Скорость реакции (n,2n), 1/с
^{233}U	1,93E-09	1,86E-10	1,84E-14
^{232}Th	2,22E-13	4,01E-11	5,30E-14
^{233}Th	6,73E-11	4,79E-09	2,37E-13
^{233}Pa	0	3,00E-10	0

Расчеты коэффициента конверсии для ^{239}Pu и ^{232}Th

На втором этапе с помощью скоростей реакций поглощения, деления, реакции (n,2n) изотопов ^{238}U^{235}U^{239}Np^{239}Pu^{241}Pu было вычислено количество ядер ^{238}U^{235}U^{239}Np^{239}Pu^{241}Pu (таблица 4) для части активной зоны с уран-плутониевым циклом по ниже приведенным формулам.

$$\frac{dN_{U235}}{dt} = -\sigma_{\Sigma U235} \cdot \phi \cdot N_{U235}$$

$$\frac{dN_{U238}}{dt} = -\sigma_{\Sigma U238} \cdot \phi \cdot N_{U238}$$

$$\frac{dN_{Np239}}{dt} = \sigma_{102U238} \cdot \phi \cdot N_{U238} - \lambda_{Np} \cdot N_{Np}$$

$$\frac{dN_{Pu239}}{dt} = \sigma_{\Sigma U238} \cdot \phi \cdot N_{Pu239} + \lambda_{Np} \cdot N_{Np}$$

$$N_{U235}(t) = N_{0U235} \cdot \exp\left| \quad \sigma_{\Sigma U235} \cdot \phi \cdot t \right|$$

$$N_{U238}(t) = N_{0U238} \cdot \exp\left[-\sigma_{\Sigma U238} \cdot \phi \cdot t\right]$$

$$N_{Np} = \phi \cdot \sigma_{102U238} \cdot N_{0U238} \cdot \frac{1}{\lambda_{Np} - \sigma_{\Sigma U238} \cdot \phi} \cdot \left(\exp\left[-\sigma_{\Sigma U238} \cdot \phi \cdot t\right] - \exp\left[\lambda_{Np} \cdot t\right]\right.$$

$$N_{Pu239} = \lambda_{Np} \cdot \phi \cdot \sigma_{102U238} \cdot N_{0U238} \cdot \frac{1}{\lambda_{Np} - \sigma_{\Sigma U238} \cdot \phi} \cdot \exp\left[-\sigma_{\Sigma Pu239} \cdot \phi \cdot t\right]$$
$$\cdot \left(\frac{\exp\left[(\sigma_{\Sigma Pu239} - \sigma_{\Sigma Pu238} \cdot \phi \cdot t\right] - 1}{(\sigma_{\Sigma Pu239} - \sigma_{\Sigma Pu238}) \cdot \phi]} - \frac{\exp\left[\left(\sigma_{\Sigma Pu239} \cdot \phi - \lambda_{Np}\right) \cdot t\right] - 1}{\sigma_{\Sigma Pu239} \cdot \phi - \lambda_{Np}}\right)$$

где N_{0U235} – количество ядер ^{235}U в начале компании; N_{0U238} – количество ядер ^{238}U в начале компании; $\sigma_{102U238}$ – сечение поглощения ^{238}U; $\sigma_{\Sigma U238}$ – сечение суммы реакций ^{238}U; $\sigma_{\Sigma Pu239}$ – сечение суммы реакций ^{239}Pu; λ_{Np} – постоянное радиоактивного распада; ϕ – поток нейтронов; t – время.

Таблица 4. **Количество ядер ^{238}U, ^{235}U, ^{239}Np, ^{239}Pu, ^{241}Pu в активной зоне реактора АР-1000**

Изотопы	Количество ядер в начале компании	Количество ядер за 2 года
^{235}U	7,96E+20	6,92E+20
^{238}U	2,26E+22	2,24E+22
^{239}Np	0	1,12E+19
^{239}Pu	0	2,74E+20
^{241}Pu	0	1,18E+20

На основании полученных данных был рассчитан коэффициент конверсии для части активной зоны с уран-плутониевым циклом:

$$K_k = \frac{N_{Pu239} + N_{Pu241}}{N^0_{U235}} = \frac{2{,}74E+20 + 1{,}8E+20}{7{,}96E+20} = 0{,}57035$$

С помощью скоростей реакций поглощения, деления и (n,2n) изотопов^{233}Th. ^{233}Pa. ^{233}U. ^{235}U было вычислено количество ядер ^{233}Th. ^{233}Pa. ^{233}U. ^{235}U для части активной зоны с уран-ториевым циклом по ниже приведенным формулам:

$$N_{Pa} = \phi \cdot \sigma_{102Th232} \cdot N_{0Th232} \cdot \frac{1}{\lambda_{Pa} - \sigma_{\Sigma Th232} \cdot \phi} \cdot \left(\exp\left[\sigma_{\Sigma Th232} \cdot \phi \cdot t\right] \quad \exp\left[\ \lambda_{Pa} \cdot t\right]\right)$$

$$N_{U233} = \lambda_{Pa} \cdot \phi \cdot \sigma_{\Sigma Th232} \cdot N_{0Th232} \cdot \frac{1}{\lambda_{Pa} - \sigma_{\Sigma Th232} \cdot \phi} \cdot \exp[-\sigma_{\Sigma U233} \cdot \phi \cdot t] \cdot \left(\frac{\exp[(\sigma_{\Sigma Th232} - \sigma_{\Sigma Th232}) \cdot \phi \cdot t] - 1}{\sigma_{\Sigma U233} - \sigma_{\Sigma Th232}} - \frac{\exp[(\sigma_{\Sigma U233} \cdot \phi - \lambda_{Pa}) \cdot t] - 1}{\sigma_{\Sigma U233} \cdot \phi - \lambda_{Pa}} \right)$$

где N_{0Th233} – количество ядер ^{233}Th в начале компании; $\sigma_{102Th233}$ – сечение поглощения ^{232}Th; $\sigma_{\Sigma Th232}$ – сечение суммы реакций ^{232}Th; $\sigma_{\Sigma U233}$ – сечение суммы реакций ^{233}U; λ_{Pa} – постоянное радиоактивного распада; ϕ – поток нейтронов; t – время.

Таблица 5. **Количество ядер ^{232}Th, ^{233}Pa, ^{233}U, ^{235}U в уран-ториевом цикле реактора АР-1000**

Изотопы	Количество ядер в начале компании	Количество ядер за 2 года
^{232}Th	2,25E+22	2,23E+22
^{233}Pa	0	6,50E+19
^{233}U	0	3,16E+18
^{235}U	0	3,6E+20

На основании полученных данных был рассчитан коэффициент конверсии для части активной зоны с уран-ториевым циклом:

$$K_k = \frac{N_{U235} + N_{U233}}{N^0_{U235}} = \frac{6{,}5E + 19 + 3{,}6E + 20}{7{,}96E + 20} = 0{,}534$$

Обсуждение результатов

Составлен входной файл и выполнен компьютерный трехмерный расчет методом Монте-Карло с применением программыMCNP-5, разработанной «LosAlamosNationalLaboratory» для реактора АР-1000 с ториевым бланкетом.

Определены скорости реакций деления, поглощения и (n,2n) реакции для различных изотопов для части активной зоны с уран-плутониевым циклом, вычислено количество ядер ^{238}U, ^{235}U, ^{239}Np, ^{239}Pu^{241}Pu за два три года и коэффициент конверсии.

Определены скорости реакций деления, поглощения и (n.2n) для различных изотопов для части активной зоны с торий-урановым циклом,вычислено количество ядер ^{232}Th, ^{233}Pa, ^{233}U, ^{235}U за три года и коэффициент конверсии.

В результате проведенных расчетов по программе MCNP-5 получено:

• эффективный коэффициент размножения, равный 1.02477;

• нейтронно-физические характеристики реактора АР-1000 для части активной зоны с уран-плутониевым циклом и ториевого бланкета.

В результате расчёта нейтронно-физических характеристик активной зоны с бланкетом из двуокиси урана были определены:

• коэффициент воспроизводства ядерного горючего ^{239}Pu из ^{238}U в активной зоне будет равен 0.57035;

коэффициент конверсии ^{232}Th в ^{233}U для бланкета из ThO_2 будет равен 0.534

Наработанный в достаточных количествах ^{233}U может быть использован как делящийся материал в тяжеловодном реакторе, который может позволить осуществить расширенное воспроизводство ^{233}U из тория (Это невозможно получить при использовании в качестве делящегося материала изотопов ^{235}Uи ^{239}Pu).

Выводы.Ториевое топливо обладает рядом благоприятных физических и химических свойств по сравнению с ураном, имеет более высокую температуру плавления металлического тория 1700 ◦C

и диоксида тория 3370 ◦С. Диок-сид тория характеризуют более высокая теплопроводность и низкий коэффициент термического расширения. Такая повышенная стойкость ThO2 обеспечивает высокую степень выгорания (~100 МВтсут/т) и допускает высокотемпературные режимы работы реактора. Уран-233 сохраняет свои ценные нейтронно-физические качества при высокой температуре лучше, чем 235U и 239Pu. Следует учитывать и тот факт, что ThO2, в отличие от UO2, не склонен к дальнейшему окислению. Специфическая возможность применения тория заключается в сжигании избыточного оружейного плутония. Ториевый топливный цикл обладает большой возможностью для сжигания плутония (энергетического или оружейного) без необходимости его рециклирования. Распространенность тория в природе в сравнении с ураном, его химический инертная природа, хорошая теплопроводность и выгодные нейтронно –физические характеристики делают топливные циклы с привлечением тория привлекательным для атомной отрасли.

Использование тория в развитии атомной энергетики позволит увеличить ресурсы ядерного топлива за счет наработки ^{233}U и снизить потребность в обогащении по изотопу ^{235}Uи решить проблемы связанные с нераспространением ядерных материалов

ЛИТЕРАТУРА

[1] Карелин А.И. Проблемы и перспективы развития ядерной энергетики //Радиохимия, т.38, вып.4, 1996, с.289-299.

http://rareearth.ru/ru/pub/20141015/01160.html

[2]Батырбеков Г.А., Кадыржанов К.К. Современное состояние, проблемы и перспективы развития атомной энергетики в Казахстане. //ИЯФ НЯЦ РК. – 2011.-Препринт №41

[3] http://ontology.mephi.ru/files/2010-11-05_19-31-59_MCNP_rus.pdf

[4] Мурогов В.М., Троянов М.Ф., Шмелев А.Н. Использование тория в ядерных реакторах. Москва.: Энергоатомиздат, 1983.-96 с.

[5] Савандер В.И., Вин Ту. Анализ эффективности использования топлива при различных схемах компенсации избыточной реактивности в реакторах на тепловых нейтронах. – Всб.: Аннотации научных трудов НИЯУ-МИФИ-2011, т 1. с. 60.

[6] Савандер В.И., Вин Ту. Применение спектрального регулирования запаса реактивности в реакторах типа ВВЭР в замкнутом топливном цикле. – Всб.: Аннотации научных трудов

НИЯУ-МИФИ -2012, Москва – 2012, т 1, с. 74.

Мункебаева Н.А., Жолдыбаев К.С.

Атом электростанцияларында уран-плутонилі циклді (^{235}U – ^{239}Pu) жылулық нейтронды реакторларын торий-уранды(^{232}Th – ^{233}U) ядролық отынды қайта өндіру цикліне ауыстыру болашағы туралы

Түйіндеме. Мақалада торий бланкеті бар АР 1000 реакторының активті аймағы бойынша жүргізілген нейтронды физикалық есептеулерінің нәтижелері берілген. Есептеулер екі циклді ескеріп жүргізілген: уран-плутонилі және торий-уранды. Жүргізілген есептеулер нәтижесінде активті аймақтың келесі сипаттамалары алынды: эффективті көбею коэффициенті, әр-түрлі изотоптар үшін реакция жылдамдықтары және әр-турлі изотоптар үшін ядролық сандар анықталды. Сонымен қатар активті аймақтың уран-плутонилі және торий уранды циклдері үшін түрлендіру коэффициенттері анықталды.

Кілт сөздер: уран-плутонилі цикл, торий-уранды цикл, коверсия коэффиценті, эффективті көбею коэффиценті, бланкет.

Munkebaeva N.A, Zholdybayev K.S.

Bout transfer in the long term atomic power station reactors on thermal neutrons with uranium - plutonium (^{235}U - ^{239}Pu) to thorium - uranium (^{232}Th - ^{233}U) cycle of reproduction of nuclear fuel

Summary. The article presents the neutron-physical calculations of reactor core AR 1000 thorium blanket. Calculations are carried out based on two cycles: uranium-plutonium-uranium and thorium. As a result of calculation yielded the following characteristics of the core: the effective multiplication factor, the reaction rate for any number of isotopes and the number density of different isotopes. As identified by the conversion rate for the portion of the core with uranium-plutonium and thorium-uranium cycle.

Key words: Uranium -plutonium cycle, uranium -thorium cycle, factors of conversion, effective factor of reproduction, blanket.

УДК 628.35:504.5(574)

Г.Р.Ахмедова, Г.Б.Жаркимбаева, О.В.Атанова, В.В.Нам
(Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К.И. Сатпаева, г.Алматы, Республика Казахстан ada_a@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ МАЛОЙ КАНАЛИЗАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ТОО «АРАЛ ГАЗ»

Аннотация. В статье рассматривается применение системы малой канализации для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, включающей использование трехкамерного септика с последующей доочисткой на подземных полях фильтрации. Применение данной технологии позволит предотвратить негативное воздействие на подземные воды региона.

Ключевые слова: Малая канализация, хозяйственно-бытовые сточные воды, септик, биологическая очистка, подземные поля фильтрации.

Основной задачей государственной экологической политики и экологической политики промышленных предприятий является преодоление негативных воздействий на окружающую природную среду со стороны действующих предприятий и улучшение ситуации в экологически неблагополучных регионах.

В этой связи, проведение производственных операций требует неукоснительного выполнения требований природоохранного законодательства Республики Казахстан.Сюда входят нормирование качества окружающей среды, виды загрязнений, основы процессов очистки и утилизации выбросов и сбросов.

Рассматриваемое предприятие – ТОО «Арал Газ»–является основным поставщикомсжиженного газанаселению. Для этих целей предприятие имеет газонаполнительную станцию (ГНС), предназначенную для приема, хранения и отпуска сжиженных углеводородных газов, которая расположена в 2 км к востоку от населенного пункта п. Белькуль Кызылординской области.

Сжиженный углеводородный газ (смесь пропана и бутана)отпускается потребителямв баллонах V=50л, 27л;в авто ижелезнодорожных цистернах. Производственная мощность ГНС составляет 96000 т/год.Количество рабочего персонала – 114 человек.

В виду того, что вблизи размещения предприятия отсутствуют естественные водоемы, то объектом возможных воздействий будут подземные водырегиона, т.к. отвод хозяйственно-бытовых сточных вод предусмотрен по внутренним канализационным сетям в устаревшие септики.

Водоотведениена площадке ГНС осуществляется двумя системами канализации:сеть хозяйственно-бытовой канализации, сеть незагрязненной канализации.

Хозяйственно-бытовая канализация.

Характеристика сточных вод. На газонаполнительной станции ТОО «Арал Газ» сточные воды –хозяйственно-бытовые относятся к водам, требующим очистки, т.к. они содержат минеральные и органические вещества, нефтепродукты, взвешенные вещества, соединения азота и др.

Бытовые сточные воды содержат физиологические выделения людей, загрязняющие вещества от мытья посуды, стирки белья, а также плотные отходы (бумага, вата, тряпье и пр.). По внешнему виду эти воды представляют собой жидкость, серого цвета с низкой прозрачностью и неприятным запахом.

Кроме того, для хозяйственно-бытовых вод характерным является также насыщенность их яйцами гельминтов и бактериальной флорой, значительную долю которой составляют болезнетворные микроорганизмы.

Состав и количество загрязнений хозяйственно-бытовых стоков приведены в таблице 1.

*Незагрязненная канализация.*Атмосферные осадки и сточные воды от орошения резервуаров сбрасываемые в овраг, загрязнены только взвешенными веществами в количестве не более 300 мг/л и не требуют улавливания.

Самостоятельное канализование небольших населенных мест и отдельных объектов производится в тех случаях, когда объединение их одной канализационной системой с другими объектами по технико – экономическим показателям нецелесообразно.

К малой канализации относятся сооружения и системы, предназначенные для отведения и очистки, бытовых или близких к ним по своему составу производственных сточных вод в количестве до 700 м^3/сутки. Норма водоотведения в малых населенных пунктах при наличии благоустроенных домов не превышает 150 л/сутки на одного жителя.

В этом случае при канализовании применяются наиболее простые в строительстве и эксплуатации системы удаления и очистки сточных вод, обеспечивающие необходимый санитарный эффект.

Выбор способа очистки небольших количеств сточных вод, комплекса очистных сооружений, их типов и конструкций в значительной степени зависит от местных условий: возможности выделения площади земли под очистные сооружения, удаленности этой площади от жилья, топографии местности, грунтовых, гидрологических и климатических условий, характера и места расположения водоема, в который могут быть спущены очищенные воды.

Для очистки небольших количеств сточных вод применяются *септики, фильтрующие колодцы, подземные поля фильтрации.*

Септик (отстойник) – элемент локального очистного сооружения не является законченным очистным сооружением и применяется согласно действующим нормам и правилам. При работе очистного сооружения необходимо использование методов почвенной доочистки.

Септики применяются для механической очистки сточных вод перед сооружениями естественной биологической очистки и предназначены для сбора и очистки хозяйственно-бытовых сточных вод от объектов малоэтажной застройки.

Таблица 1. **Данные по хозяйственно-бытовому водопотреблению и водоотведению на ТОО «Арал Газ»**

Наименование потребителей	Кол-во душ. сет., кол-во блюд в сут/всмену.	Кол-во работающих		Норма водопотребления л/сут на чел.	Из сети питьевого водопровода			В сеть хоз-бытовой канализации			примечание
		в мах смену	в сутки		м^3/сут	м^3/час	л/с	м^3/сут	м^3/час	л/с	
Сливонал.ж/д эстакада. Узел сливаналива автогазовозов. Наполнительный цех с погруз.-разгр.площадкой		14	27	25	0,675	0,46	0,35	0,675	0,46	0,35	
Цех вспом. назначения		9	15	25	0,375	0,36	0,29	0,375	0,36	0,29	
Гараж		39	55	25	1,375	0,88	0,58	1,375	0,88	0,58	
Котельная		2	6	25	0,15/0,066	0,165/0,093	0,175/0,11	0,15	0,165	0,175	
АБК: хоз-бытовые нужды		11	11	16	0,176/0,077	0,28/0,145	0,23/0,145	0,176	0,28	0,23	
Душевые нужды	10			500 л/час	10/5,4	5/2,7	2/1,4	10,0	5,0	2	
приготовление пищи	400/250			16	6,4/5,08	4/3,175	3,15/2,35	6,4	4,0	3,15	
Итого по АБК					16,576/10,557	9,28/6,02	5,38/3,895	16,576	9,28	5,38	
Всего					**19,151/10,623**	**11,145/6,113**	**6,775/4,005**	**19,151**	**11,145**	**6,775**	

Примечание: расходы указанные дробью: в числителе – общий расход, в знаменателе – на горячее водоснабжение

В работе септика заложен принцип гравитационного отстаивания и биологической доочистки с использованием биоферментных препаратов, а также почвенных естественных и принудительных методов доочистки. Такими могут выступать биофильтры или биозагрузка.

*Технические характеристики.*Септик представляет собой герметичную ёмкость. Материал может использоваться разнообразный: композитный стеклопластик, полиэтилен, полипропилен, железобетон.

Однако материал нужно выбирать, рассматривая все его технические характеристики: первое – это подверженность коррозии, данным недостатком обладают металлические и железобетонные ём-

кости, и механическую устойчивость к давлению почвы – попросту говоря, прочность и здесь следует заметить недостаток прочности у полипропиленовых ёмкостей несмотря на рёбра жёсткости на корпусе.

Также следует отметить преимущество секционных септиков перед обычными (пустотелыми): для создания полноценного очистного сооружения обычных ёмкостей потребуется большее количество.

Производительность септика принимается 0,412 м^3/сут, а при соответствующем обосновании до 25 м^3/сут. Время пребывания сточной жидкости в септике от 1 до 3 сут, а выпавшего осадка от 6 до 12 мес. За время пребывания в септике осадок уплотняется и частично подвергается анаэробному разложению,влажность его к моменту выгрузки составляет около 90%.

Осадок из септика периодически удаляется, около 20 % осадка необходимо оставлять в иловой камере для затравки вновь поступающего осадка анаэробными микроорганизмами, что ускоряет процесс его разложения. Эффект очистки сточных вод в септике по $БПК_{полн}$ достигает 35 %, а по взвешенным веществам 70-95 %.

Руководством проектирования, строительства и эксплуатации септика является СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения».

В зависимости от расхода сточных вод следует принимать:

– однокамерные септики – при расходе сточных вод до 1 м^3/сут
– двухкамерные – до 10 м^3/сут
– трёхкамерные – свыше 10 м^3/сут

Устройство и принцип работы септика.

Септик – ёмкость, состоящая из единого герметичного корпуса (бетонного или пластикового), разделённого, как правило, на две или три секции (A, B, C), патрубка подачи исходной канализационной сточной воды (E), отвода очищенной воды (F), блокираторов между секциями (рисунок 1).

Первая секция (зона A) септика напрямую соединяется с подводящей канализационной линией с одной стороны, а с другой – через систему блокиратора (гидрозатвора) со второй секцией (зона B). Далее через блокиратор с третьей секцией (зона C).

Зона A выполняет роль первичного септического отстойника грубого осадка. В этой камере естественным образом осуществляется первостепенная, грубая очистка попадающих в септик бытовых стоков от взвешенных мелких и крупных частиц. На дне камеры оседает песок, мелкие картофельные очистки и т. д. (всё, что может пройти через раковину на кухне или в санузле).

Вторая секция очистного сооружения (зона B), метантенк, выполняет роль анаэробного реактора. Здесь происходит разложение химических соединений, образовавшихся в результате использования различных моющих средств, средств личной гигиены и разложение органических соединений естественного происхождения.

Третья часть очистного сооружений (зона C) выполняет роль конечного осветлителя бытовых канализационных стоков. Путём окончательного гравитационного отстаивания взвешенных частиц, осветлённые стоки достигают степени очистки до 65% от первоначального уровня загрязнения.

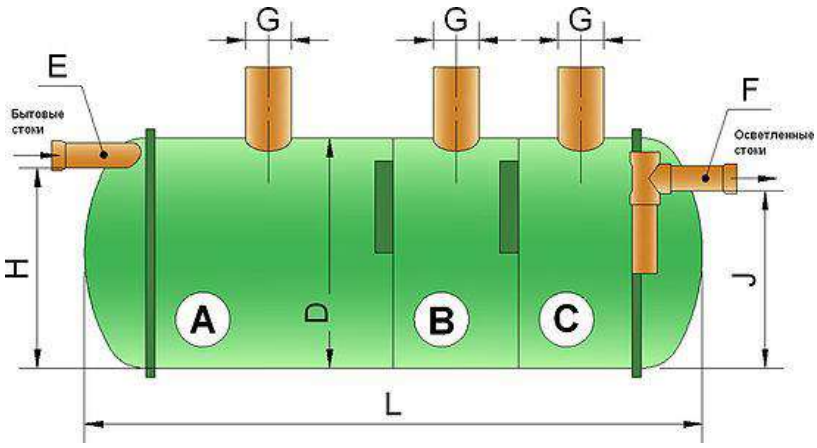


Рис. 1. Схематичное изображение септика

После прохождения септической части очистного сооружения сточные воды направляются на почвенную доочистку. В тех случаях, когда почвенная доочистка не может быть выполнена: уровень грунтовых вод слишком высок (≤0,4 м от уровня поверхности земли) или же требуется повышенное качество очистки сточных вод, – используется капельный биофильтр (биосептик).

Почвенная доочистка. Обязательна при использовании септика в качестве элемента очистного сооружения. Конструкция сооружения *почвенной очистки* зависит от вида грунта, условий сброса бытовых стоков (требуемого качества очистки), уровня грунтовых вод, климатической зоны, рельефа местности, плана участка.

При почвенной доочистке возможно использование следующих сооружений:фильтрующий колодец (ФК), впитывающая траншея (площадка) (ВТ), песчано-гравийный фильтр или фильтрующую траншею (ФТ), поле подземной фильтрации (ППФ).

Устраивают на фильтрующих грунтах – супеси, песчаные грунты (ФК, ППФ) и не фильтрующих (ФТ) грунтах при уровне залегания грунтовых вод >=1 м ниже, чем основание колодца (ФК), лотка оросительных труб (ППФ) или лотка дренажной трубы (ФТ).

Сооружение снабжают вентиляционной трубой, которую выводят над поверхностью почвы выше предполагаемого уровня снежного покрова (обычно 0,7 м). Вентиляцию ставят на каждую оросительную (в конце линии) и дренажную (в начале) трубу.

Устройство водоотведения в зависимости от имеющихся характеристик грунта на участке и делится на два основных вида исполнения: фильтрующий грунт (супесь, песок, торф) или не фильтрующий грунт (глина).

На местности, где слив осветлённых стоков без доочистки запрещён по санитарным нормам, требуется установка *поля фильтрации.*

Поле фильтрации(рисунок 2) представляет собой трубопровод, выполненный из дренажных труб, проложенных над слоем щебня в толще песчаного основания.

Вода фильтруется через песок и попадает в слои фильтрующего щебня, а затем впитывается в грунт. Также существует применение таких систем доочистки как: фильтрующий колодец, фильтрующая траншея, фильтр с использованием активированных материалов, а также ламп ультрафиолетового обеззараживания.

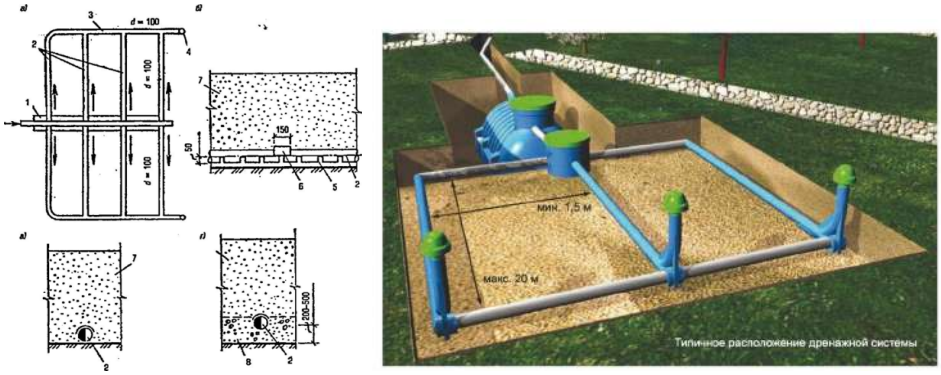


Рис. 2. Поле фильтрации
а-план; б-продольный разрез; в-поперечный разрез; г-тоже при укладке на слой щебня шлака или крупного песка; 1-распределительный лоток оросительной трубы;2-оросительные трубы; 3-вентиляционный коллектор; 4-вентиляционный стояк; 5-пропилы; 6-рубероид, толь, промасленная бумага и т.п.; 7-засыпка из местного грунта; 8-засыпка щебнем, шлаком или крупным песком

Эффект очистки по органическим загрязнениям (БПК) составляет 30-35%, по взвешенным веществам – 70-80%. Септик улавливает часть органических загрязнений, которые в основной массе являются растворимыми.

После септика должна идти биологическая очистка. Это может быть естественная очистка методом почвенной доочистки на подземном поле фильтрации, в фильтрующем колодце, траншее или песчано-гравийном фильтре.

Достоинства септиков:
– простота;
– энергонезависимость;
– дешевизна и доступность.
Недостатки септиков:
– запрещен сброс без почвенной доочистки;
– для очистки необходимо применение бактерий для септиков;
– перерывы в эксплуатации приводят к загниванию воды в септике.

Установленный септик позволяет провести сбор и высокую очистку бытовых сточных вод и вывести очищенную воду в отдаленное от строения место.

Таким образом, для предприятия ТОО «Арал Газ» принята следующая схема очистки бытовых сточных вод: стоки от санитарных приборов и загрязненные стоки от технологического оборудования наполнительного цеха собираются во внутриплощадочную сеть хозяйственно-бытовой канализации, затем отправляется в камеры септиков, где происходит осветление стоков и анаэробная биологическая очистка. Из септиков сточные воды направляются на поля фильтрации (рисунок 3).



Рис. 3. Трехкамерный септик с полями фильтрации

Время пребывания сточных вод в септике по российским требованиям 1-3 дня. От этого зависит размер самого септика.

Осадок за время пребывания в септике уплотняется и частично разлагается. Время до его откачки ассенизационными машинами в среднем составляет 6-12 месяцев.

Санитарная зона от здания до септика составляет 5 м, до фильтрующей траншеи 8 м, от скважины 30-50 метров.

Установленный септик позволит провести сбор и высокую очистку хозяйственно-бытовых сточных вод,обеспечит вывод очищенной воды в отдаленное от строения место, тем самым предотвратит негативное воздействие на подземные воды региона.

Основные показатели качества сточной воды до и после очистки представлены в таблице 2.

Таблица 2 . **Значения основных показателей качества сточной воды до и после очистки**

Наименование показателей	На входе, не более	На выходе, не более
Температура исходных сточных вод	$+11^0$C - $+28^0$C	-
$БПК_п$, мг/дм^3	250	3,0
Взвешенные вещества, мг/дм^3	180	6,0
Азот аммонийный, мг/дм^3	35	1,0
НП, мг/дм^3	15	0,1
ПАВ	10	0,2
Значение pH	8,5	6,5÷8,5

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Экологический кодекс РК, - Астана: Дом министерств – 2007.

[2] Проект «ОВОС» производственной деятельности ТОО «Арал Газ».Кызылорда: ТОО «Ак-жол», 2010 г.

[3] Воронов Ю.В., Алексеев Е.В., Саломеев В.П., Пугачёв Е.А. Водоотведение: Учебник. – М.:ИНФРА-М, 2007.

[4] Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация: Учебник для вузов. – М.:Стройиздат, 1975.

[5] http://sanitation.rapidly.ru/septik.html

[6] http://unilos.kz/menu.php?id=27

Ахмедова Г.Р., Жаркимбаева Г.Б., Атанова О.В., Нам В.В.

ЖШС «Арал Газ» мекемесінде кіші кәріз су жүйесін қолдану

Түйіндеме. Тәулігіне 700 м^3 тұрмыстық-шаруашылық ағынды суларды тазарту және бұру үшін, кіші кәріз жүйесіне жататын және қажетті санитарлық тазалықты қамтамассыз ететін құрылыста және эксплуатацияда қарапайым жүйелер қолданылады.

«Арал Газ» ЖШС кәсіпорын үшін ұсынылған тұрмыстық-шаруашылық ағынды суларды тазарту жүйесі тұрмыстық-шаруашылық ағынды суларды жинауға және жоғары деңгейде тазартуға, құрылыс алаңдарынан алшақ жерлерге тазаланған суды шығаруға мүмкіндік береді, сонымен қатар ауданның жер асты суларына кері әсерін тигізбейді.

Кілт сөздер: кіші кәріз жүйесі, тұрмыстық-шаруашылық ағынды сулар, биологиялық тазарту, жер асты фильтрация жолдары.

Akhmedova G. R., Zharkimbayeva G.B., Atanova O.V., Nam V.V.

The use of system of the small sewerageat the Aral Gaz LLP enterprise.

Summary: The simplest systems in construction and operation, which belong to the small sewerage and provide necessary sanitary effect, are applied to removal and purification of domestic waste waters in quantity up to 700 m3/days.

The offered system of purification of domestic waste waters for the Aral Gaz LLP enterprise will allow to carry out collecting and high purification of domestic waste waters, provide a removal of the purified water to the place, remote from a structure, thereby will prevent negative impact on underground waters of the region.

Key words. Small sewerage, domestic waste water, septic tank, biological cleaning, underground fields of a filtration.

УДК 62.21474

А.О. Касимов, А.Е. Куттыбаева

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, ainur_k_75@mail.ru)

СТРУКТУРА ПОСТРОЕНИЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ЭМУЛЯТОРА

Аннотация. Целью статьи является рассмотрениесхем построения с последовательным опросом источников экологических данных модели системы мониторинга. Рассматривается архитектура эмулятора TOSSIM. Собрана схема построения измерительных приборов прямого действия.

Ключевые слова:модель системы мониторинга, архитектура эмулятора, коммутатор, радиомодели, радиопротоколы, измерительные приборы, имитатор, датчики.

Многообразие получаемой информации экологического содержания подлежит оценкам таких величин как: абсолютные и относительные усредненные концентрации содержания вредных веществ в единице объема после их обнаружения, а также общие выбросы загрязнений их источниками. При этом оценка статистических разбросов определяемых данных решается оценкой их дисперсий или среднеквадратических отклонений.

На рисунке схема построения с последовательным опросом источников экологических данных модели системы мониторинга:

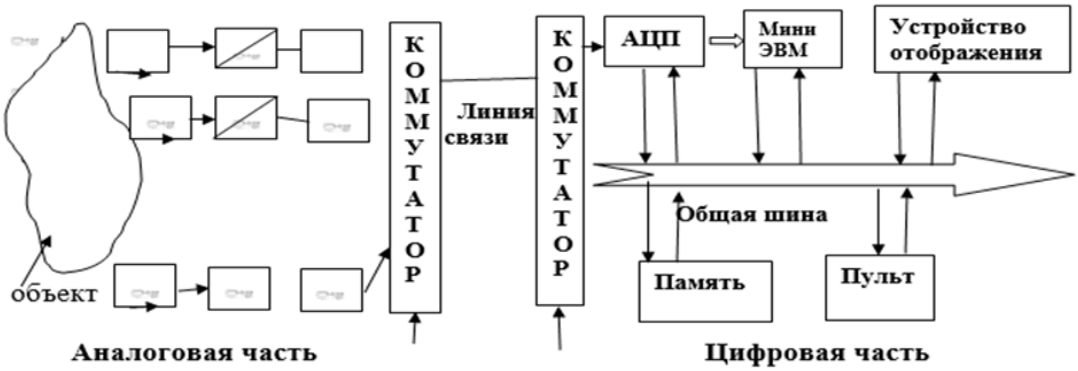


Рис. 1. Схема построения с последовательным опросом источников экологических данных

Для передачи данных широко распространенным вариантом каналов связи для контроля могут рассматриваться проводные и кабельные связи. Их разновидности дополняются каналами телефонных станций, с частотным разнесением передаваемой информации. Но мы должны рассматривать беспроводную систему передачи данных с использованием сенсорных интеллектуальных датчиков, которые будут образовать сеть. TOSSIM использует очень простую, но невероятно мощную модель беспроводной сети. Сеть представляется в виде ориентированного графа, в котором каждая вершина — беспроводной узел и каждой дуге между узлами поставлено в соответствие некоторое значение — вероятность ошибки. Каждый узел имеет локальную переменную, куда заносится то, что принимается им по радиоканалу. Такая модель позволяет проводить тестирование в условиях, когда вероятность ошибки при передаче данных равна нулю, моделировать скрытые ограничения (например, для узлов *a*, *b*, *c* существует связь (*a*, *b*) и (*b*, *c*), но нет связи (*a*, *c*)), а также множество различных проблем, которые случаются при передаче (не найден начальный символ, нарушена целостность данных и т.п.).

Эмулятор TOSSIM предоставляет разработчикам TinyOS механизмы для выбора точности и сложности радиомодели. Радиомодель основана на описанной выше сетевой модели, причем вероятность ошибки при передаче сообщения мотом *u* моту *v* необязательно равна вероятности при обратной передаче. Такой подход позволяет моделировать асимметричные связи. Вероятности ошибок могут быть заданы разработчиком и могут изменяться в процессе моделирования. В случае возникновения ошибки значение передаваемого бита инвертируется.

В эмулятор заранее встроены две радиомодели. В соответствии с первой каждый мот сможет передавать сообщения любому другому по радиоканалу без ошибки. Эта простая модель полезна для тестирования радиопротоколов в условиях отсутствия многозвенной передачи данных. В соответствии со второй моделью сеть представляется неориентированным графом с нулевыми вероятностями ошибок передачи, что необходимо для тестирования радиопротоколов при многозвенной передаче

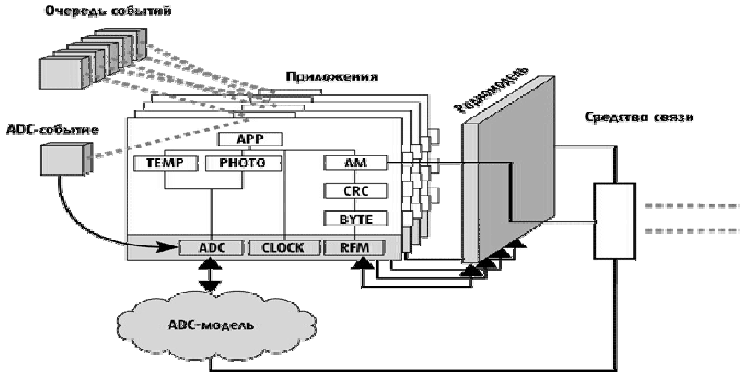


Рис. 2. Архитектура эмулятора TOSSIM

Несмотря на широкие возможности эмулятора TOSSIM, может возникнуть необходимость в изменении его функциональности. Для этого в нем предусмотрены средства связи с внешними приложениями, которые позволяют управлять процессом моделирования и наблюдать за моделью, подключаясь к эмулятору через протокол TCP/IP. Для взаимодействия с внешними приложениями используются механизмы, которые лежат в основе взаимодействия компонентов в TinyOS: команды, события и интерфейсы (1). Примерами событий, посылаемых внешнему приложению, могут быть отладочные сообщения, которые разработчик добавил в код TinyOS, или содержимое пакета, полученного активным мотом по радиоканалу. При помощи вызова команд внешние приложения могут изменять структуру БСС и условия ее моделирования, например задавая необходимую радиомодель.

Важно отметить, что инструкции, относящиеся непосредственно к TOSSIM, которые разработчик вносит в код приложения TinyOS, при компиляции приложения для реальных мотов удаляются.

Технические особенности построения всех измерительных приборов экологического контроля имеют три разновидности. К первой из них относятся устройства прямого разомкнутого действия, в которых получаемая первичная информация последовательно передается и преобразуется от одного элемента, звена или блока к другим по прямой цепи, как показано на рис. 3.

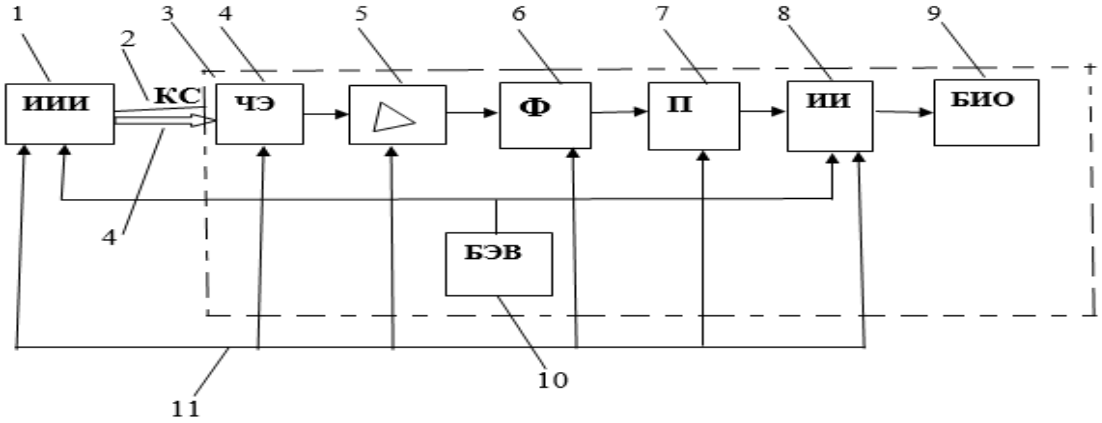


Рис. 3. Схема построения измерительных приборов прямого действия (разомкнутого типа)
1- источник первичной информации (ИМИ); 2- канал связи (КС); 3 - измерительный прибор;
4 - чувствительный элемент (ЧЭ) 5- усилитель; 6- фильтр; 7- функциональный преобразователь информации;
8- измеритель информации (ИИ) ; 9- блок отображения информации или сигналов команд управления;
10 -блок эталонных величин; 11 - источник многоканальных шумов.

Приборы повышенной точности строятся по замкнутому следящему типу, согласно рис. 4.

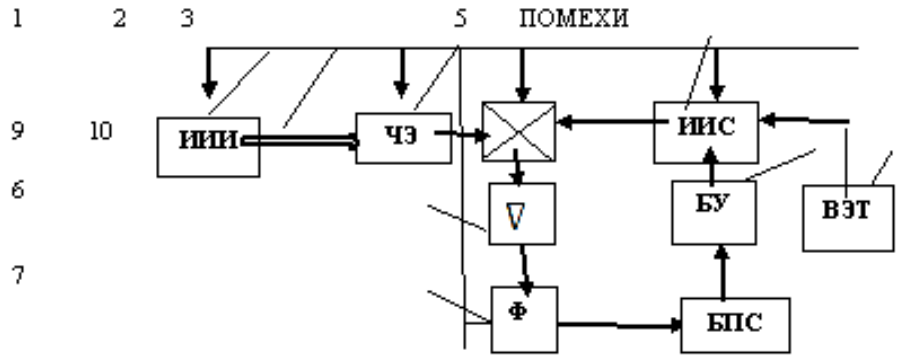


Рис. 4. Схема построения измерительных приборов следящего (замкнутого) типа: 1-источник первичной информации; 2 - канал связи; 3 - датчик; 4- сравнивающее устройство; 5- имитатор информационных сигналов; 6 - усилитель; 7- блок выделения сигналов на фоне помех; 8- блок преобразования сигналов; 9- блок управления имитатором; 10- внутренний эталон; 11- помехи.

К достоинствам представленного класса приборов разомкнутого типа относятся: ясность понимания принципа их работа; простота конструирования и технологического изготовления.

Недостатки видятся в повышенных требованиях к качеству действия и исполнения всех последовательных составляющих таких приборов, включая вопросы материаловедения.

Предельно достижимые точности измерений прямыми схемами преобразований сигналов ограничены возможностями действия наиболее некачественного звена.

Измерительные возможности приборов следящего типа ограничиваются качеством действия только двух составляющих, в виде сравнивающих устройств и имитаторов информационных сигналов. При этом сравнивающее устройство 4 действует только в режиме нуль-органа, что на порядки повышает разрешающую способность отличия величины реального сигнала от имитируемого образца.

Сам имитатор строится как образцовое устройство на базе внутреннего высокоточного эталона, например, генератора высокостабильных колебаний.

Поэтому, когда удается создать высокоточный имитатор измеряемых сигналов, приборы строятся по замкнутому принципу действия .

Главный недостаток их сводится к появлению новых эффектов, имеющих чисто кибернетическую природу подобно тому, как это было показано выше, соответственно передаточной функции вида [2] При этом возникают более сложные переходные процессы, с возможными автоколебаниями, переходящими к неустойчивости действия, что приводит к увеличению динамических ошибок.

Реальный уровень измерительных средств, лежащих в основе экологического контроля, предполагает реализацию схем их построения комбинированного типа, например, как показано на рис. 5.

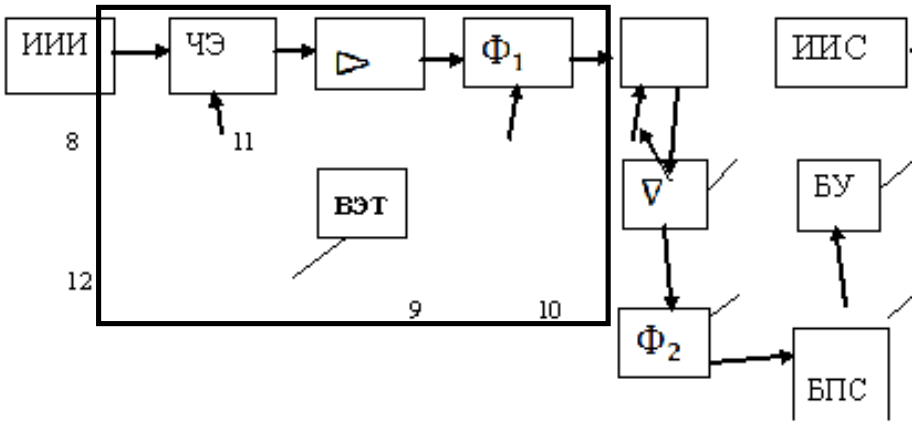


Рис. 5. Схема построения измерительных приборов комбинированного типа

Самым главным отличительным признаком для таких приборов является наличие в них чувствительных элементов первичной информации, получаемой от физических носителей, а также наличие внутренних эталонов, ограничивающих метрологические возможности оценки экологических параметров [4].

Особенности выделения первичной измерительной экологической информации на фоне помех. В составе приборных средств их важнейшей частью являются чувствительные элементы-ЧЭ (датчики, преобразователи первичной информации).

Особая ответственность этих устройств определена тем, что они в большинстве случаев воспринимают первичные сигналы крайне малой мощности, вплоть до шумового порога 10^{-16} Вт. Такие уровни энергий преобразования первичных процессов определенной физической природы в электрические величины тока или напряжений соответствуют их источникам с очень большими внутренними сопротивлениями. Отсюда эти источники э.д.с. становятся генераторами относительно большого теплового шума. Именно здесь, в цепи связи ЧЭ с источником первичных данных экологического контроля, формируется наихудшее отношение сигнал / шум

$$S = \frac{U_C^2}{U_П^2}, \qquad (1)$$

$$U_{\text{П}}^2 = U_{\text{Шэ}}^2 + U_{\text{Шс}}^2 + U_{\text{Шчэ}}^2, \quad (2)$$

где составляющие в правой части формулы (1.2) соответствуют энергиям шумов в источнике экологической информации, в канале связи и в самом чувствительном элементе.

Как ранее отмечалось, потенциально достижимые результаты точности оценки экологических параметров будут зависеть от S, согласно формуле

$$\delta(U_c) \approx \sqrt{S} \approx \sqrt{\frac{N\Lambda f}{2Q_c}} - \sqrt{\frac{N}{Q_c T}} - \sqrt{\frac{U_{\text{П}}^2}{U_c^2 T'}} \quad (3)$$

где N - спектральная плотность общих помех, сопровождающих полезный сигнал, Q_c~ энергия сигнала, Т - время действия одного законченного акта измерений, U_c^2 - квадрат электрического напряжения, равный мощности сигнала при нагрузке в 1 Ом, $U_{\text{П}}^2$- мощность помех на той же нагрузке, выраженная через параметр напряжения шумов:

$$U_{\text{П}}^2 \approx N_{\text{П}} \Delta f. \quad (4)$$

Одна из главных задач при создании приборных средств по обнаружению и измерению загрязняющих веществ, соответственно условиям (3) и (4), сводится к обеспечению минимальной величины действия общих помех на уровне получения сигналов от ЧЭ. Желаемый результат достигается совершенствованием конструкций и технологий изготовления первичных датчиков, а также разработкой более совершенных методов обработки сигналов в шумах с применением новейших информационных технологий в области узкополосных измерений. Особое значение придается поиску новых физических принципов преобразования первичных данных от источников экологических загрязнений.

Основной путь подавления помех и выделения на их фоне полезных сигналов связан с сужением полосы таких помех методами корреляционных и спектральных преобразований.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Датчики физических величин для определение загрязнение сточных вод. Аманжолов Е. магистрант. Межд.научно-практ.конф. Сатпаевское чтение 2016.

[2] Технология изготовления волоконных брэгговских решеток Труды Международного симпозиума «Надежность и качество»2015. - № 2. - С. 106-109.

[3] Построение математические модели для сенсорных сетей Касимов А.О к.т.н . магистрант Жарылкапов Н.Б.Алматы: Поиск. июль 2016 г.

[4] МихайловП. Г., БактыбаевМ.К., БаясиловаЗ.А., ХабайА.Вопросы контроля чувствительных элементов датчиков физических величин... Труды XII Международной научно-практической интернет-конференции Молодежь. Наука. Инновации (Youth.Science.Innovation) / Пенза: Издательство ПКИТ ФГБОУ ВО «МГУТУ» им. К.Г. Разумовского (ПКУ), 2016 С. 179 -184.

Қасымов А.О., Құттыбаева А.Е.

Структура построений системы мониторинга и эмулятора

Түйіндеме: Мақалада мониторинг жүйесінің экологиялық мәліметтер сұранысымен схема құру мәселесі қарастырылған. TOSSIM эмуляторы архитектурасы қарастырылған. Тікелей әсерлі өлшеу приборларын құру схемасы жинақталған.

Кілт көздер: мониторинг жүйесі моделі, эмуляторархитектурасы, коммутатор, радиомодельдер, радиопротоколдар, өлшеу аспаптары, имитатор, датчиктер.

Kasimov A.O. Kuttybayeva A.E.

Structure of constructions of the system of monitoring and emulator

Summary: The aim of the article is consideration of charts of construction daisy-chain sources of ecological data of model of the monitoring system. Architecture of emulator of TOSSIM is examined. The chart of construction of measuring devices of direct action is collected.

Keywords: model of the monitoring system, architecture of emulator, switchboard, radiomodels, radioprotocols, measuring devices, imitator, sensors.

УДК 658.567.002.8

G. B. Zharkimbayeva, G.R. Akhmedova, O.V. Atanova, G. B. Bakhmagambetova, A.A. Nurlanov
(Kazakh national research technical university named after K.I. Satpayev,
Republic of Kazakhstan, Almaty zharkimbaevagb61@mail.ru)

ASPECT OF FERRIFEROUS COMPONENTS EXTRACTION TECHNOLOGY DEVELOPMENT FROM THE THERMAL POWER PLANTS' BOTTOM ASH

Summary. In article the ferriferous components extraction technology development from the bottom ash of the energetic enterprises using the technology of ferriferous substances extraction from the bottom ash based on an electromagnetic method is provided. Approach to ashes as to technogenic raw materials promotes lowering of technogenic load of environment.

Ke ywords: ashes, ash and slag waste, ash dumps, element composition of the microsphere, electromagnetic method, magnetic separation, ferriferous.

Now, overall performance of all industries needs to be estimated from the view point of balance between the main product mass and the formed technogenic waste volume. In Kazakhstan 87,7% of all made electric power fall to the share of thermal power plants, which are sources of the massive atmospheric bursts and large-capacity solid waste. Today in ash dumps there are more than 200 million tons of the ashes of Heat Electric Generation Plant and State District Power Station. Ashes and slag are read by inevitable waste of carbon thermal power plants which storage requires the huge areas. The problem of placement and long storage of power system technogenic residual is complicated by its extremely ineffective use as no more than 5% of lump come to processing. However in case of reasonable approach the ash dumps can turn into the technogenic field of valuable components for construction, chemical and into the principal queue of metallurgical industry.

Construction materials – the most obvious, but not the single direction in an ash dumps utilization. Ashes and slag can become a valuable source of metals. Metals are in an coal as a part of different minerals and organometallic connections. In case of coals combustion their considerable part passes into ashes. On element composition coals ashes are very different contain different macro - and microelements: iron, calcium, manganese, aluminum, potassium, boron, germanium, gallium, strontium, phosphorum, etc.

In our opinion, local ashes processing for the ferriferous metallized pellets production also is perspective. Today practically nobody is engaged in extraction of ferriferous substances from the bottom ash[1]. Therefore the purpose of our operation is development of technology of extraction of the useful components from the bottom ash of the energetic enterprises. The complex qualitative composition (tab.1 and 2) of the bottom ash and magnetite microparticles was studied. By us it was assumed that if to derive ferriferous substances from the bottom ash using an electromagnetic method, then the products received when processing an ash, undoubtedly will find application and will expand the resource capacity of Kazakhstan.

Table 1. **Chemical composition of Heat Electric Generation Plantbottom ash (Ekibastuz coal)**

SiO_2	Al_2O_3	FeO	CaO	MgO	SO_2	TiO_2	K_2O	Na_2O	P_2O_5	MnO_2
62%	27,3%	5,65%	1,17%	0,49%	0,52%	1,49%	0,42%	0,32%	0,52%	0,17%

Practical researches showed and proved a possibility of ferriferous materials extraction by an electromagnetic method from the energetic enterprises bottom ash. The offered model based on magnetic separation can be used for receiving ferriferous substances at the industrial enterprises and to gain economic effect.

Properties of ashes depend on a row of factors, such so temperature, brand and quality of coal and the time spent of fuel in a boiler. One of the ashes most important properties are the carbon content and mineralogical properties. The last as loss of weight on calcinating shows can vary considerably (1-10%) and depend on features of power station. Application of NOx torches with low issue, as a rule, raises these

indices. By the station continuous operation the weight loss value on calcinating usually makes 3,5%, but a production cycle features inevitably lead to deviations.

Three principal components of volatile ashes – silicon, aluminum and iron. Oxides of these substances make 75-85% of substance which generally consists of vitreous spherical particles, and also crystalline substance and not burned up carbon. Ashes from coal combustion on power stations have different forms. Ashes of the stationary power stations working at dust-like fuel can differ from the ashes received from application of more modern carbon technologies.

Ashes and slag of Heat Electric Generation Plant represent residual from solid fuel combustion. They are products of high-temperature (to 1200-1700˚C) processing the mineral, not burning down part of coals. At the same time in suspension-burning system is receiving waste of two types: fly ash and slag. Slag is formed as a result of the softened ashes particles burning in firebox volume or on its walls and collects in the slag bunker under a firebox.

Grains size of slag of 1,50 mm. Fly ashes are carried away from a firebox with combustion gases and caught in case of their cleaning in cyclones and electric precipitators. Size of ashes particles is less than 1 mm. Over 80% of coals mineral part will pass into ashes, up to 20% - into slag. In table 1 the ashes chemical composition of Heat Electric Generation Plant is provided. And in table 2 the content of chemical elements in ashes (% of masses).

Proceeding from table 1 the bottom ashes of combined heat and power planHeat Electric Generation Plant contains iron in a chemical composition in the form of iron oxide bivalent (FeO) in number of 5,65%.

Table 2. **Content of chemical elements in the bottom ashes, % of masses**

Elements		% of masses
Silicon	Si	29
Iron	Fe	4,0
Calcium	Ca	0,52
Aluminum	Al	11,0
Magnesium	Mg	0,16
Strontium	Sr	0,044
Titanium	Ti	0,38
Manganese	Mn	0,082
Barium	Ba	0,20
Yttrium	Y	0,0040
Lanthanum	La	0,0014
Cerium	Ce	0,0066
Ytterbium	Yb	0,0006
Terbium	Tb	0,0008
Dysprosium	Dy	0,0009
Samarium	Sm	0,0005
Thorium	Th	0,0006
Uranium	U	0,0002
Zirconium	Zr	0,034
Copper	Cu	0,0056
Vanadium	V	0,014
Gallium	Ga	0,0044

On element composition bottom ashes are very different containing different macro - and microelements: iron, calcium, manganese, aluminum, potassium, boron, germanium, gallium, strontium, phosphorum, etc.

Table 2 confirms the prevailing content of silicon, aluminum and iron. What in turn allows to judge feasibility of these components extraction. Our conditions don't allow touse a direct flotation method which they use for extraction the aluminum containing concentrate, in the absence of the necessary equipment. In our opinion, processing of local ashes on production of the ferriferous metallized pellets is perspective. Ferriferous substances contain in bottom ashes composition in the form of magnetite microspheres. Therefore, it is expedient to study composition and properties of magnetite microparticles.

One the ferriferous substances extraction methods is the electromagnetic method. Ferriferous substances contain in the bottom ashes composition in the form of magnetite microparticles. Therefore, it is expedient to study composition and properties of magnetite microparticles. Magnetite microparticles are formed as a part of fly ashes as a result of high-temperature thermochemical conversions of the sulfides, silicates and carbonates of iron which are a part of mineral part of the coals burned on Conventional Thermal Power Station. Extraction of magnetite microparticles from ashes will allow to reduce the mass of the stored bottom ashes on average by 10% and to expand possibilities of their use in the construction industry [2].

A microparticle were derived by the magnetic analyzer from water suspension of ashes and by a permanent magnet from dry ashes. In both cases magnetite microspheres over cleaned repeatedly and washed out by water for deleting silicate particles, an underburning and other impurity. On a complex of indices the main mineral of magnetite microspheres is magnetite.

Mineralographic researches allow to select magnetite microparticles of two types: with uniform structure, consisting entirely of magnetite, and the microparticles with the non-uniform composition representing two-component eutectic which solid phase are magnetite with small and rare impurities of a maggemit and hematite and silicate minerals (mullite, quartz). The quantitative ratios of magnetite and silicate phases in the eutectic structures are various. It was determined that with reduction of microparticles diameter the magnetite content increases. At the same time in the majority of magnetite microparticles with a diameter less than 20 microns and part of magnetite microparticles with a diameter of 20-40 microns there is no completely silicate phase, and also with increase in diameter of microparticles the maintenance of a silicate phase increases in eutectic.

Table 3. **Chemical composition of magnetite microparticles (Contents (in %)**

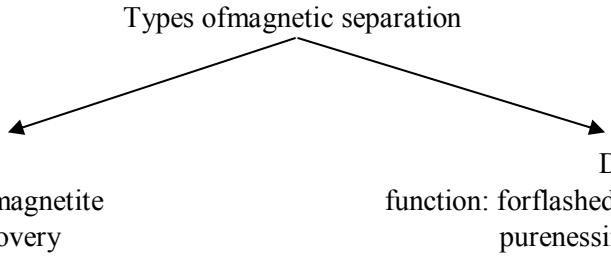
SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	Mgo	SO_3	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5
31,64	13,79	48,68	1,48	1,26	0,25	0,51	0,91	0,24	1,24

In connection with the above-stated table 3 we came to a conclusion that the prevailing component of a magnetite microparticles chemical composition is iron. Content of iron (in terms of Fe2O3) for microspheres of different thermal power plants is unequal and also fluctuates from - more than 60,0% to - less than 45,0%. With an iron content reduction the aluminum and silicon content increases in magnetite microparticles.

Iron in coals contains mainly in a type of pyrites and siderite. Iron sulfides in case of oxidizing roasting in a boiler are exposed to thermal decomposition and oxidation. Process of pyrites oxidation in a compound with coal begins in the temperatures range of a grains surface of 400-600 C. Further, temperature increase is led to an oxidation zone distribution on all volume of the pyrite grains and their complete recrystallization. In the course of pyrites grains oxidation because of large amount of heat liberation the grains temperature can considerably exceed heating up environment temperature. In the Ekibastuz basin's coals an iron preferentially is in composition of siderite and is insignificant - pyrites. Siderite (FeCO3) at a temperature 700-900^{0}C passes into a cryptocrystalline difference - vyustit (FeO) and in case of further heating up in the presence of oxygen – in magnetite or hematite. Magnetite microspheres can be used when smelting steel, cast iron, ferroalloys instead of natural magnetite.

Extraction of magnetite microspheres from fly ashes reduces the bottom ashes weight of the Conventional Thermal Power Station stored on hydroash dumps and considerably reduces the content of iron in these waste. This process reduces density of ashes, positively influences on its technological properties when producting the different building materials and broadens the sphere of the possible directions of its industrial use. It is possible to suppose that extraction and use of magnetite microspheres from fly ashes of Conventional Thermal Power Station - the real economic task in use of ashes of thermal power plants.

We will consider methods of magnetite microparticles separation from the bottom ashes. Magnetite microspheres are the fine material which differs from bulk of fly ashes on density and a magnetic susceptibility. The last can be used most effectively for their extraction from fly ashes. Separation of the magnetite concentrate from fly ashes by sequential carrying out magnetic separation.



We defined that it is possible to derive about 2,5% of ferriferous substances from ashes of Ekibastuz State District Power Station with an electromagnetic method. We proved a possibility of ferriferous substances extraction with an electromagnetic method from the bottom ashes. Percentage of ferriferous substances in the bottom ashes from 2,39% to 2,51% is also determined. Magnetic separation of ferriferous substances from the bottom ashes is recommended to be realized in standard magnetic separators in one, two or three stages for deleting ferriferous fraction. And multistage magnetic separation should to be carried out with serial processing of waste respectively on two or three separators included sequentially.

As a result of the conducted researches it is set that in the bottom ashes after burning the Ekibastuz coals in fireboxes of the energetic enterprises contains to 3% of ferriferous substances. The possibility of ferriferous substances extraction by an electromagnetic method to 70% of their contents in the bottom ashes was proved. The derived ferriferous materials are cheap, environmentally friendly raw materials for metal smelting. The bottom ashes useful use improves an ecological situation near ash dumps and reduces harmful effects of the energetic enterprises on environment.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Классификатор токсичных промышленных отходов производства промышленных предприятий РК. – Алматы: МООС РК, 1997.

[2] Магистрали прогресса.\Марчук Г.И.-М., 1995- 655 с.

Жаркимбаева Г.Б., Ахмедова Г.Р., Атанова О.В., Бахмагамбетова Г.Б., Нурланов А.А

Аспект разработки технологии извлечения железосодержащих компонентов из золошлаковых отходов ТЭС

Резюме. Эффективная утилизация золы энергетических предприятий на угле может помочь значительно снизить негативное влияние на окружающую среду. Как показала практика, все существующие технологии проблему золы не решили. Зола обладает хорошими рыночными перспективами. Электромагнитная переработка отходов является чрезвычайно перспективным направлением. Железо в углях содержится главным образом в составе минералов пирита (FeS_2) и сидерита ($FeCO_3$). Извлеченные железосодержащие материалы являются дешевым, экологически чистым сырьем для выплавки металла.

Ключевые слова: зола, золошлак, золоотвалы, элементный состав микросферы, электромагнитный способ, магнитная сепарация, железосодержащий.

Zharkimbayeva G. B., Atanova O. V., Bakhmagambetova G. B., Akhmedova G.R., Nurlybayev A.A.

Aspect of ferriferous components extraction technology development from the thermal power plants' bottom ash.

Abstract. An effective utilization of the energetic enterprises coal ashes can help to considerably lower a negative impact on environment. As practice showed, all existing technologies didn't solve an ashes problem. Ashes possess good market perspectives. Electromagnetic processing of waste is extremely perspective direction. Iron in coals contains mainly in minerals composition of pyrites (FeS2) and siderite (FeCO3). The derived ferriferous materials are cheap, environmentally friendly raw materials for metal smelting.

Key words: ashes, ash and slag waste, ash dumps, element composition of the microsphere, electromagnetic method, magnetic separation, ferriferous.

УДК 621.438

А.М. Достияров, Д.Р. Умышев, М.Е. Туманов, Г.М. Тютебаева
(Алматинский университет энергетики и связи
Алматы, Республка Казахстан, umishev_d@mail.ru)

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ЗА УГОЛКОВЫМИ СТАБИЛИЗАТОРАМИ

Аннотация. В статье представлены результаты численного моделирования процесса горения за уголковыми стабилизаторами различных типов. Также проведены сравнения полученных результатов с проведенными ранее экспериментами. Из полученных данных можно сделать выводы, что на процесс образования оксидов азота значительно влияет структура уголкового стабилизатора. У перфорированного уголка имеется ряд преимуществ в виде относительно низких температур во внутренней части и скоростей на кромках; У перфорированных уголков зона рециркуляции слабее по сравнению с обычными уголками. Что приводит к снижению времени нахождения газов в зоне высоких температур; Сравнение полученных экспериментальных данных с результатами численного моделирования говорит о достаточно точных результатах и возможности применение метода численного моделирования.

Ключевые слова: газовые турбины, камеры сгорания, численное моделирование, микрофакел, уголковые стабилизаторы

Введение. Основной задачей разработки камер сгорания газовых турбин является снижение вредных выбросов, с сохранением или увеличением единичной мощности [1]. Как известно оксиды азота является побочным продуктом работы [2]. Основными причинами образования оксидов азота является – высокая температура, время нахождения газов в зоне горения и качество перемешивания топлива с окислителем, т.е. с воздухом[1,2,4]. Из полученных многих экспериментальных и численных работ можно сделать вывод, что сокращение общей и времени нахождения газов можно обеспечить за счет разделения факела на более мелкие – микрофакельное горение. Из многочисленных источников известно [3], что одним из конструкционных методов снижения образования оксидов азота может является – устройство камеры сгорания с плохообтекаемыми телами [4].

Примером использования микрофакелов является [5] использование микрофакельных насадок. В статье приведены результаты исходя из которых можно сделать что увеличение шагов между соплами приводит к снижению образованию оксидов азота. Существуют различные варианты микрофакельного горения [6] это и использование большого количества плохообтекаемых тел, и устройство камеры сгорания с многочисленными соплами. Проведенные численные исследования влияния лопаток на процесс горения также говорит о том, что предварительное перемешивание топлива с воздухом дает дополнительное снижение оксидов азота [7].

Судя по многочисленным авторам [8-12] создание современных технологий позволяющих снизить образование оксидов азота, а также позволяющим повысить технико-экономические показатели газовых турбин являются актуальными и по сей день

Исходя из проведенного анализа, авторы сочли необходимым провести численное моделирование процесса горения за уголковыми стабилизаторами и сравнить результаты с полученными при эксперименте [13].

1 Основные уравнения.

Уравнение переноса энергии выглядит следующим образом:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho E) + \nabla \cdot \left(\vec{v}(\rho E + p)\right) = \nabla \cdot \left(k_{eff}\nabla T - \sum_j h_j \overline{J_j} + (\overline{\tau}_{eff}\vec{v})\right) + S_h \quad (1)$$

Где, k_{eff} – эффективная проводимость зависящая от применяемой модели турбулентности, J_j – диффузионный поток, первые три члена правой части уравнения определяют перенос энергии теплопроводностью, диффузии частиц и вязкой диссипации соответственно. Sh – опеределяет теплоту химической реакции.

В уравнении энергия определяется следующим образом

$$E = h - \frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} \qquad (2)$$

Где энтальпия определяется как

$$h = \sum_j Y_j h_j \qquad (3)$$

Финальное уравнение для не адиабатического диффузионного горения выглядит следующим образом

$$\frac{\partial}{\partial t}(pH) + \nabla \cdot (p\bar{v}H) = \nabla \cdot \left(\frac{k_t}{c_p}\nabla \mathrm{H}\right) + S_h \qquad (4)$$

Для решения задач диффузионного горения необходимо решить уравнение транспорта для одного или двух консервативных скалярных единиц (доли смеси). Уравнения не решаются для каждого отдельного частицы смеси.

Для решения турбулентных процессов применяются различные модели турбулентности. В нашем случае мы воспользовались моделью k-ε realizable (реализуемое). Уравнение транспорта определяется следующими уравнением. Первое уравнением (5) определяется турбулентную кинетическую энергию k. Второе (6) ε скорость диссипации.

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho H) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho k u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right] + G_k + G_b - \rho\varepsilon - Ym + Sk \qquad (5)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\varepsilon) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho\varepsilon u_j) - \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{o_\varepsilon}\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j}\right] + \rho C_1 \varepsilon - \rho C_2 \frac{\varepsilon^2}{k \; | \; \sqrt{v\varepsilon}} + C_{1\varepsilon}\frac{\varepsilon}{k} C_{3\varepsilon} G_b + S_\varepsilon \qquad (6)$$

Gk – определяет генерацию турбулентной кинетической энергии в связи с градиентами скорости. Gb – определяется генерацию турбулентной кинетической энергии в связи с плавучестью данных. Y_M, $C_{1\varepsilon}$, C_2 константы, $\sigma_k\sigma_\varepsilon$ – турбулентные числа Прандтля для k и ε соответственно. SkSε – числа определяемые пользователем.

2. Модель и граничные условия

На рис. 1 представлена 3-Д модель использованная при моделировании процесса горения за уголковыми стабилизаторами. Модель состоит из 4 основных частей: сопла для подачи топлива, входа для подачи воздуха, уголкового стабилизатора и выхода продуктов сгорания. Длина стенок уголков равна 30 мм, а угол на вершине уголка 45º. Граничные условия моделирования представлены в таблице 1.

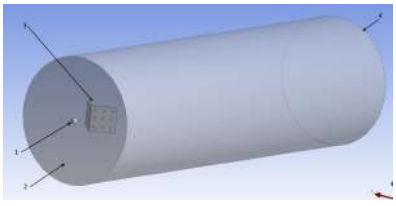


Рис.1. Схема модели. 1) Вход топлива; 2) входу воздуха; 3) уголковый стабилизатор; 4) выходная часть.

При моделировании использовалось два типа уголка: 1 – перфорированный; 2 – обычный уголок без перфорации.

Таблица 1. **Граничные условия**

Параметр	Скорость воздуха, м/с	Расход топлива, кг/с	Температура (воздух/топливо), К	Давление, кПа
Значение	1-10	0,00032	300	101,325

Скорость воздуха изменялась с шагом 2 м/с. Расход топлива был постоянным.

3. Результаты и обсуждение

На рис. 2 представлены контуры температур при скоростях 1-10 м/с для обычных уголков a); и перфорированных b). При относительно малых скоростях подачи воздух (до 4 м/с) а за уголками не образуются зоны высоких температур. Это происходит за счет слабой крутки потока на концах уголков. Увеличение скорости приводит к увеличению температуры в зоне рециркуляции образующейся за уголковым стабилизатором. Это происходит за счет того, что сильная рециркуляционная зона затягивает в себя высокотемпературные газы. С одной стороны это позволяет повысить диапазон работы горелки, за счет эффективного перемешивание сгоревшего топлива и свежей топливно-воздушной смеси. С другой стороны, такой эффект приводит к увеличению времени нахождения газов в зоне высоких температур, а также высоким температурам. Оба фактора влияют отрицательно на образование оксидов азота.

При использовании перфорированных уголковых стабилизаторов заметно, что во внутренней части уголков не образуются зоны высоких температур. Это позволяет говорить о том что образование термического азота имеет более низкую скорость.

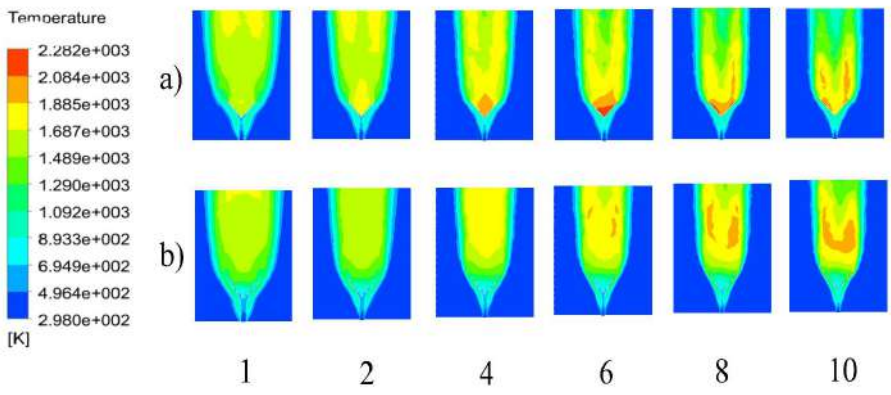


Рис. 2. Поля температур вокруг уголкового стабилизатора при изменении скоростей

На рис. 3 представлены поля скоростей за уголковыми стабилизаторами при скорости 10 м/с. Видно что за обычными уголками образуется сильная зоне рециркуляции (обратных токов). Скорости в ней достигают -7,5 м/с. А на кромках уголка скорость достигает 20 м/с. Это говорит о сильной вовлеченности продуктов сгорания в рециркуляционную зону, тем самым позволяя эффективно поджигать свежую смесь. С другой стороны хорошо развитая зона рециркуляции увеличивает время нахождения газов. Также видно значительное увеличение скорости вокруг уголков и низкая скорость в центре.

В случае перфорированных уголков, видно что скорость во внутренней части уголка ниже и не превышают 3 м/с. Ослабление рециркуляционной зоны происходит за счет топливно-воздушной смеси проходящей через перфорации. Также заметно, что скоростной поток на кромках уголков заметно

ниже. Это происходит за счет снижения расхода ТВС, так как уже было отмечено выше, часть ТВС проходит через перфорации. Ослабление рециркуляционной зоны приводит к уменьшению времени нахождения газов в зоне высоких температур. А частичное поступление воздуха вво внутреннюю зону уголков снижает среднюю температуру в зоне горения. Данные факторы приводят к значительному снижению образования оксидов азота. Однако оптимальная раздача топлива через перфорации, приводит к улучшенному смесеобразованию, даже в случае ослабления рециркуляционной зоны. Это приводит к практическим тем же или даже улучшенным показателям стабилизации пламени, что было показано в эксперименте [13].

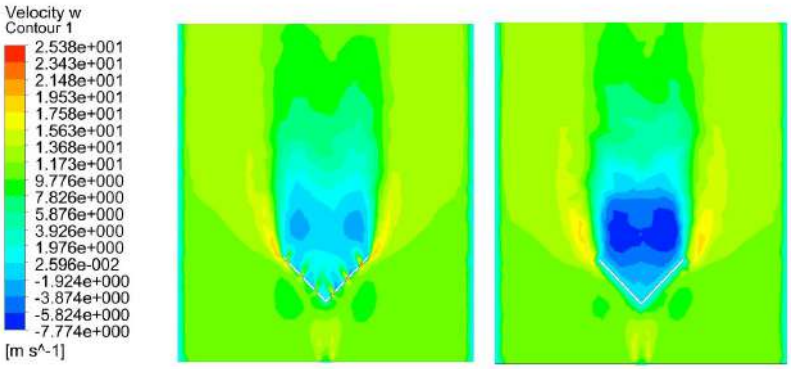


Рис. 3. Поля продольных скоростей вокруг уголковых (перфорированных и обычных) стабилизаторов при скорости подачи воздуха 10 м/с.

На рис. 4 представлена зависимость эмиссии оксидов азота от скорости воздуха. Дополнительное представлены данные эксперимента полученные в [13]. Из графика видно, что увеличение скорости воздуха, т.е. увеличение α приводит к снижению образования оксидов азота. Также видно, что результаты численного моделирования сходятся с полученными экспериментальными данными. Полученные результаты для двух видов уголков подтверждают заключения сделанные выше.

Также стоит отметить, что увеличение расхода воздуха (считай скорости) приводит к приближению значений эмиссии оксидов азота.

На рис. 5 представлена зависимость температуры на выходе из зоны моделирования от скорости подаваемого воздуха. Известно, что образование термического азота во многом зависит от температуры газов. В данном случае увеличение скорости воздуха приводит к снижению средней температуры, что в свою очередь приводит к снижению эмисии оксидов азота.

Дополнительно на графике представлены экспериментальные замеры температур, проведенные в [13]. В данном случае температурные графики имеют достаточно близкие значения.

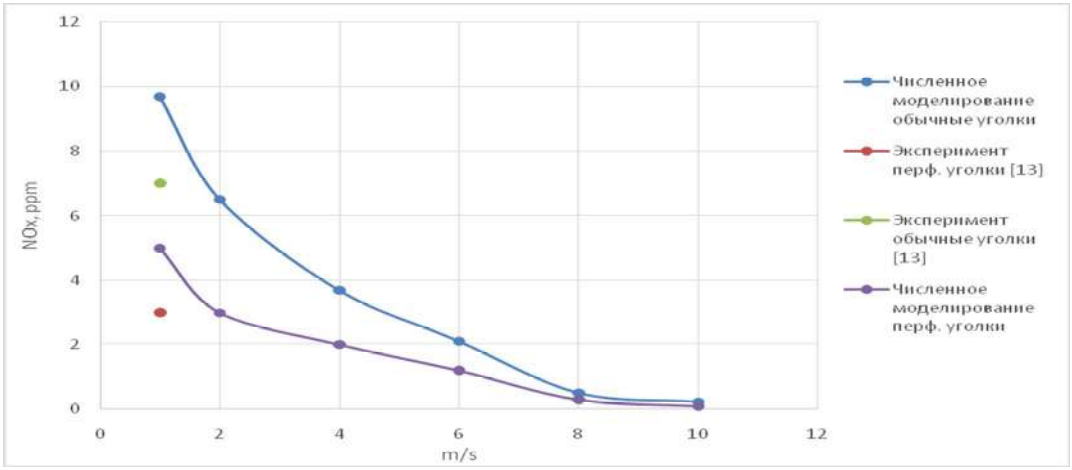


Рис. 4. Средняя концентрация NOx по массовому расходу на выходе

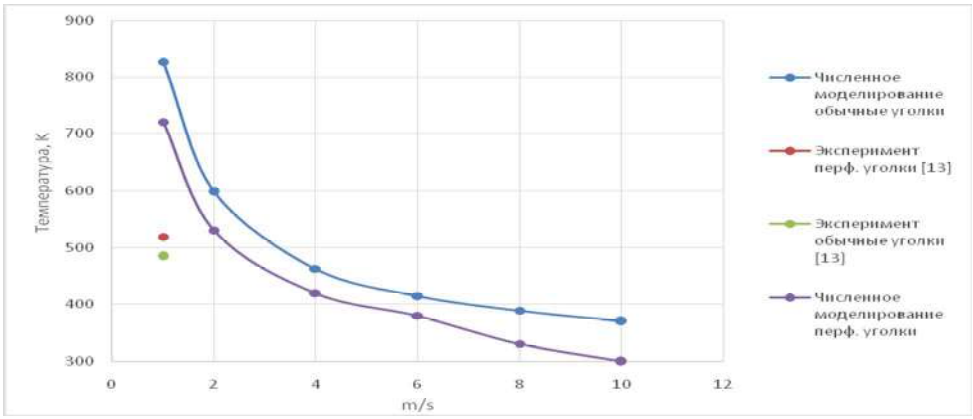


Рис.5. Средняя температура по массовому расходу

4 Заключение

Проведенное численное моделирование позволяет сделать следующие выводы:

1) На процесс образования оксидов азота значительно влияет структура уголкового стабилизатора. У перфорированного уголка имеется ряд преимуществ в виде относительно низких температур во внутренней части и скоростей на кромках;

2) У перфорированных уголков зона рециркуляции слабее по сравнению с обычными уголками. Что приводит к снижению времени нахождения газов в зоне высоких температур;

3) Сравнение полученных экспериментальных данных с результатами численного моделирования говорит о достаточно точных результатах и возможности применение метода численного моделирования;

ЛИТЕРАТУРА

[1] Лефевр А. Процессы в камерах сгорания ГТД. М.: Мир, 1986.566 с.

[2] Зельдович Я.Б., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Д.А. Окисление азота при горении.М.:Наука,1947.146с.

[3] A numerical approach to reduction of NOx emission from swirl premix burner in a gas turbine combustor/CheonHyeon Cho, Gwang Min Baek, ChaeHoonSohn, JuHyeong Cho//Applied Thermal Engineering.59.2013.454-463.

[4] Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива Л.: Недра, 1988-312 с.

[5] Экспериментальное исследование горелок с микрофакельными насадками/ А.М. Достияров, М.Е. Туманов, Д.Р. Умышев // Вестник КазНТУ, №1, 2016, стр. 174-182

[6] Классификация методов подавления nox и возможности их уменьшения за счет улучшения смесеобразования топливо-воздушной смеси/ Д.Р. Умышев, А.М. Достияров, М.Е. Туманов// Вестник КазНТУ, №3, 2015, стр. 85-92

[7] О смешении топлива с воздухом / А. М. Достияров, М. Е. Туманов, Д. Р. Умышев // Алматы энергетика жәнебайланысуниверситетініңхабаршысы=Вестник АУЭС. - 2016. - № 1. - С. 4-12

[8] Анализ влияния угла установки закручивающих лопаток на процесс горения в микрофакельной горелке/ А.М. Достияров, М.Е. Туманов, Д.Р. Умышев// Алматы энергетика және байланыс университетінің хабаршысы = Вестник АУЭС. - 2015 - № 4. - С. 19-25

[9] Христич В.А., Тумановский А.Г. Газотурбинные двигатели и защита окружающей среды. Киев.: Техника, 1983. — 144 с.

[10] Газотурбинные установки и проблема вредных выбросов в атмосферу/Котлер В.Р.//Теплоэнергетика.2003.№8.С.73-78.

[11] Experimental and numerical studies of a lean-burn internally-staged combustor/Fu Zhenbo, Lin Yuzhen, Li Lin, Zhang Chi//Chinese Journal of Aeronautics. 3(27).2014.488-496.

[12] Experimental study of entrainment phenomenon in a trapped vortex combustor/Zhang Rongchun, Fan Weijun// Chinese Journal of Aeronautics. 2013. 1(26).63-7

[13] Experimental investigation of v-gutter flameholders/ Dias R. Umyshev, Abay M. Dostiyarov, Musagul Y. Tumanov, Quiwang Wang// Thermal Science Journal, DOI: 10.2298/TSCI151209072U

Достияров А.М., Умышев Д.Р., Туманов М.Е., Тютебаева Г.М.

Үшбұрышты тұрақтандырғыштардың артында болып жатқан жану құбылысының сандық модельдеу

Түйіндеме. Мақалада үшбұрышты тұрақтандырғыштардың артында болып жатқан жану құбылысының сандық модельдеу нәтижелері келтірілген. Қосымша, алынған нәтижелер мен алдында жасалынған нәтижірибе нәтижелері салыстыру нәтижелері келтірілген. Алынған мәліметтерге сүйенсек, зиянды азот қосылыстарының шығуына үшбұрыштардың түрі және пішіні әсер етеді. Тесіктері бар үшбұрыштардың нәтижелері салыстырма түрде кәдімгі үшбұрыштардан жоғары болып көрінеді. Себебі тесіктері бар үшбұрыштардағы рециркуляциалық аймақ жақсы дамып, оның ішінде ауа басып болады. Сонымен қоса, тәжірибе нәтижелерімен салыстыру, сандық модельдеудің кқптеген инженерлік қиындықтарды шешуге көмек беретіні анық көрінді.

Негізгі сөздер: газ турбиналары, жану камералары, сандық модельдеу, микрофакел, үшбұрышты тұрақтандырғыш

Dostiyarov A.M., Umyishev D.R., Tumanov M.E., Tyutebaeva G.M.

Numerical simulation of the combustion process behind v-gutter flameholders

Summary. The article presents the numerical simulation of the combustion process results for the different types of v-gutter flameholders. comparison of the results is also conducted with previously conducted experiments. From these data we can conclude that the formation of oxides of nitrogen significantly affect the structure of the v-gutter flameholder. Perforated v-gutters have a number of advantages in a relatively low temperature in the inside of the edges and the velocity; Perforated v-gutters have weaker recirculation zone compared to the conventional areas. Which reduces the residence time of the gases in the high temperature zone; Comparison of experimental data with the results of numerical simulation indicates sufficiently accurate results and possible application of the method of numerical simulation.

Key words: gas turbines, combustion chambers, numerical simulation, microtorch, v-gutter flameholders

УДК 621.311

А. Б. Хабдуллин, З.К. Хабдуллина, А. Б. Хабдуллин, Г.А. Хабдуллина

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Аннотация: Произведен расчет параметров двигателя с короткозамкнутым ротором, которые позволяют изучить методы схемы замещения, параметров режима и пусковых характеристик асинхронных двигателей.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, сопротивление, проведение энергосбережения, пусковые характеристики, расчет потерь, уменьшение потерь,

Целью разработанной программы является изучение методов расчета параметров схемы замещения, параметров режима и пусковых характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором АДК. Исследования проведены на реальных асинхронных двигателях (АД) с короткозамкнутым ротором.

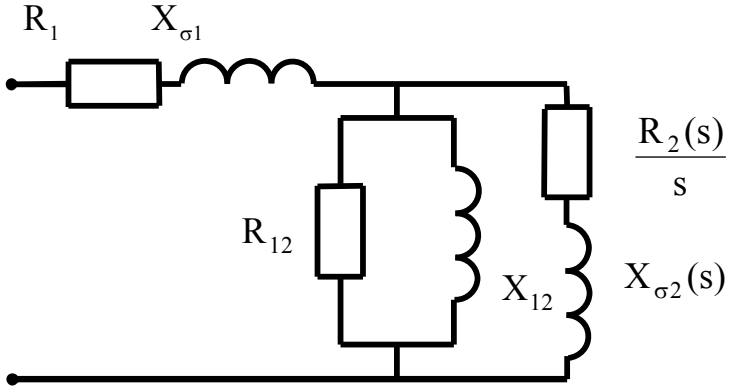


Рис. 1. Схема замещения АДК

АДК может быть представлен двухконтурной схемой замещения (рисунок 1), которая характеризуется следующими параметрами: R_1 и $X_{\sigma 1}$ – активное и индуктивное сопротивления рассеяния статорной обмотки; R_{12} и X_{12} – активное и индуктивное сопротивления ветви намагничивания, характеризующие потери мощности в стали магнитной системы; $R_2(s)$ и $X_{\sigma 2}(s)$ – активное сопротивление и индуктивное сопротивление рассеяния роторной обмотки, приведенные к обмотке статора.

В АДК необходимо учитывать явление поверхностного эффекта, т.е. вытеснение тока в роторной обмотке. Степень этого вытеснения зависит в основном от частоты наводимых в обмотке ротора токов, т.е. в конечном итоге от скольжения двигателя. Эффект вытеснения тока приводит к изменению активного сопротивления и индуктивного сопротивления рассеяния роторной обмотки в зависимости от скольжения двигателя s, что достаточно точно описывается следующими зависимостями:

$$\left.\begin{aligned} R_2(s) &= \sqrt{R_{2c}^2 + \left(R_{2п}^2 - R_{2c}^2\right)s} \\ X_{\sigma 2}(s) &= \frac{X_{\sigma 2c} X_{\sigma 2п}}{\sqrt{X^2_{\sigma 2п} + \left(X^2_{\sigma 2c} - X^2_{\sigma 2п}\right)s}} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

где $R_{2c}(X_{\sigma 2c})$ – сопротивления, соответствующие синхронному режиму (s = 0); $R_{2п}(X_{\sigma 2п})$ – сопротивления, соответствующие режиму пуска (s = 1).

Исходными данными для расчета параметров схемы замещения АДК являются:

а) номинальные данные

P_N – номинальная активная мощность на валу АДК; U_N – номинальное напряжение статорной обмотки; $\cos\varphi_N$ – коэффициент мощности в номинальном режиме; η_N – коэффициент полезного действия в номинальном режиме АДК; s_N – скольжение АДК в номинальном режиме;

б) данные режима пуска

$I_п$ – кратность пускового тока в долях от номинального; $M_п$ – кратность пускового момента в долях от номинального;

в) данные критического режима АДК

M_{max} – максимальный электромагнитный момент в долях от номинального.

Параметры схемы замещения и режима АДК определяются в относительных единицах. За базисные единицы приняты:

За базисную мощность – номинальная полная мощность АДК

$$S_б = S_N = \frac{P_N}{\cos\varphi_N \eta_N}; \quad (2)$$

за базисное сопротивление

$$Z_б = \frac{U_N^2}{S_N}. \quad (3)$$

Исключение из этой системы относительных единиц целесообразно сделать для электромагнитного момента. Его принято выражать в долях от номинального полезного момента M_N на валу АДК.

Основные параметры режима АД могут быть представлены через параметры схемы замещения и скольжение по следующим соотношениям:

активная мощность, потребляемая из сети

$$P = U^2 \operatorname{Re}\left[\frac{1}{\hat{Z}(s)}\right]; \quad (4)$$

реактивная мощность, потребляемая из сети

$$Q = U^2 \operatorname{Im}\left[\frac{1}{\hat{Z}(s)}\right]; \tag{5}$$

ток статорной обмотки

$$I_1 = \frac{1}{|Z(s)|}; \tag{6}$$

электромагнитный момент

$$M = \frac{(1-s_N)}{\eta_N \cos\varphi_N}\left[P - I_1^2 R_1 - U_{12}^2 / R_{12}\right] - \Delta M_{мех}, \tag{7}$$

где

$$Z(s) = R_1 + jX_{\sigma 1} + \left[\frac{1}{R_{12}} - j\frac{1}{X_{12}} + \frac{1}{\frac{R_2(s)}{s} + jX_{\sigma 2}(s)}\right]^{-1} - \tag{8}$$

эквивалентное комплексное сопротивление двигателя при скольжении s,

$$U_{12} = \sqrt{\left(U - \frac{PR_1 + QX_{\sigma 1}}{U}\right)^2 + \left(\frac{PX_{\sigma 1} - QR_1}{U}\right)^2} - \tag{9}$$

напряжение на ветви намагничивания схемы замещения АДК,

$$\Delta M_{мех} = \frac{\Delta P_{мех.N}}{\eta_N \cos\varphi_N (1-s_N)} - \tag{10}$$

Момент сопротивления, обусловленный механическими потерями мощности в самом АДК ($\Delta P_{мех}$), который добавляется к моменту сопротивления механизма, и вместе они образуют полный момент сопротивления на валу АДК. В дальнейшем момент сопротивления $\Delta M_{мех}$ в рабочих режимах АДК принимается постоянным, т.е. не зависящим от скольжения и поэтому его можно определить из номинального режима АДК в соответствии с (10).

Расчетные параметры режима, составляющие каталожные данные, выражаются через параметры схемы замещения по следующим соотношениям:

пусковые электромагнитный момент и ток (при s = 1)

$$M_{п1} = \frac{(1-s_N)}{\eta_N \cos\varphi_N}\left[\operatorname{Re}\left[\frac{1}{\hat{Z}(s)}\right] - I_п^2 R_1 - U_{12}^2 / R_{12}\right] - \Delta M_{мех}, \tag{11}$$

$$I_{п1} = \frac{1}{|\underline{Z}(s)|}; \tag{12}$$

номинальные электромагнитный момент и реактивная мощность (при $s = s_N$)

$$M_{N1} = \frac{(1 - s_N)}{\eta_N \cos\varphi_N}\left[\mathrm{Re}\left[\frac{1}{\hat{Z}(s)} \right] - R_1 - U_{12N}^2 / R_{12} - \frac{\Delta P_{мех.N}}{1 - s_N} \right], \quad (13)$$

$$Q_{N1} = \mathrm{Im}\left[\frac{1}{\hat{Z}(s)} \right]; \quad (14)$$

баланса реактивной мощности АДК в номинальном режиме (при s = 1)

$Q_N = QX_{\sigma 1} + QX_{12} + QX_{\sigma 2}$,

(где $QX_{\sigma 1}$,QX_{12} и $QX_{\sigma 2}$ – составляющие реактивной мощности АДК, обусловленные соответственно сопротивлениями $X_{\sigma 1}$, X_{12}, $X_{\sigma 2}$), который в номинальном режиме можно преобразовать к виду

$$\sin\varphi_N = X_{\sigma 1} + \frac{U_{12N}^2}{X_{12}} + \frac{U_{12N}^2 X_{\sigma 2N}}{\left(\frac{R_{2N}}{s_N}\right)^2 + (X_{\sigma 2N})^2}, \quad (15)$$

где R_{2N} и $X_{\sigma 2N}$ – сопротивления роторной обмотки в номинальном режиме, определяемые выражениями (1) при $s = s_N$, U_{12N} – напряжение на ветви намагничивания в схеме замещения АДК в номинальном режиме, квадрат которого равен

$$U_{12N}^2 = (1 - R_1\cos\varphi_N - X_{\sigma 1}\sin\varphi_N)^2 + (X_{\sigma 1}\cos\varphi_N - R_1\sin\varphi_N)^2;$$

баланса потерь активной мощности в номинальном режиме АДК (при $s = s_N$)

$$\Delta P_{\Sigma N} = R_1 + \frac{U_{12N}^2}{R_{12}} + I_{2N}^2 R_{2N} + \Delta P_{мех}, \quad (16)$$

где $\Delta P_{\Sigma N}$ – потери активной мощности в номинальном режиме АДК в долях от S_N, определяемые выражением

$$\Delta P_{\Sigma N} = (1 - \eta_N)\cos\varphi_N. \quad (17)$$

Соотношения (11) – (17) могут рассматриваться как независимые нелинейные уравнения для определения параметров схемы замещения АДК. При правильно определенных параметрах схемы замещения расчетные параметры режима должны соответствовать каталожным данным, т.е. $M_{п1} = M_п$; $I_{п1} = I_п$; $M_{N1} = M_N = 1$; $Q_{N1} = Q_N = \sin\varphi_N$; $M_{max1} = M_{max}$.

Для определения параметров схемы замещения АДК (R_1, $X_{\sigma 1}$, R_{12}, X_{12}, $X_{\sigma 2c}$, $X_{\sigma 2п}$, R_{2c}, $R_{2п}$, $\Delta P_{мех}$) необходимо составить систему из девяти независимых уравнений и разрешить эту систему относительно параметров схемы замещения. В качестве шести уравнений можно использовать нелинейные уравнения (11) – (16), соответствующие каталожным данным АДК. Поскольку число каталожных данных меньше числа параметров схемы замещения, то эту систему уравнений необходимо дополнить еще тремя уравнениями, вытекающими из устойчивых соотношений между параметрами АДК. Для каждого из уравнений полученной системы необходимо: выделить доминирующий в этом уравнении параметр схемы замещения; преобразовать каждое уравнение к оптимальному виду, удобному для организации расчетов по методу последовательных приближений с быстрой сходимостью; определить начальное приближение для доминирующего параметра схемы замещения в уравнении.

1. Преобразование уравнения (11) для пускового момента.

Для пускового момента $M_п$ справедливо следующее приближенное выражение

$$M_{п} \cong \frac{(1-s_N)}{\eta_N \cos\varphi_N} I_{п}^2 R_{2п}, \quad (18)$$

из которого следует, что в качестве доминирующего параметра в уравнении (11) следует принять сопротивление $R_{2п}$, а само уравнение преобразовать к следующему виду, удобному для организации итерационного процесса решения

$$R_{2п} = R_{2п}^{(0)}\left(1+\frac{\Delta M_{п}}{M_{п}}\right), \quad (19)$$

где $R_{2п}^{(0)}$ и $R_{2п}$ – предыдущее и последующее приближение решения;

$\Delta M_{п} = M_{п} - M_{п1}$ – разность между каталожным и расчетным по уравнению (11) значениями пускового момента (при сходимости итерационного процесса решения уравнения $\Delta M_{п} \to 0$).

В качестве начального приближения сопротивления $R_{2п}$ можно принять значение, определяемое приближенным соотношением (18)

$$R_{2п}^{(0)} = \frac{M_{п}\cos\varphi_N \eta_N}{I_{п}^2(1-s_N)}. \quad (20)$$

2. Преобразование уравнения (12) для пускового тока.

Для пускового тока АДК справедливо следующее упрощенное выражение

$$\frac{1}{I_{п}} = Z_{п} \cong \sqrt{(R_1 + R_{2п})^2 + (X''_{п})^2}, \quad (21)$$

где $X''_{п}$ – сверхпереходное сопротивление АДК в пусковом режиме, определяемое через параметры схемы замещения по соотношению

$$X''_{п} = X_{\sigma 1} + \frac{X_{\sigma 2п} X_{12}}{X_{\sigma 2п} + X_{12}} \cong X_{\sigma 1} + X_{\sigma 2п}. \quad (22)$$

Из выражения (21) следует, что в качестве доминирующего параметра в уравнении (12) целесообразно принять сопротивление $X''_{п}$, а само уравнение преобразовать к виду

$$X''_{п} = X''^{(0)}_{п}\left(1-\frac{\Delta I_{п}}{I_{п}}\right), \quad (23)$$

где $X''_{п}$ и $X''^{(0)}_{п}$ – последующее и предыдущее приближение решения;

$\Delta I_{п} = I_{п} - I_{п1}$ – разность между каталожным и расчетным значениями пускового тока.

За начальное приближение сопротивления $X''^{(0)}_{п}$ можно принять значение, определяемое приближенным соотношением (21)

$$X''^{(0)}_{п} = \frac{1}{I_{п}}\sqrt{1 - I_{п}^2\left(R_1 + R_{2п}^{(0)}\right)^2}. \quad (24)$$

Активное сопротивление статорной обмотки R_1 особо чувствительно к вариациям максимального момента, который задается в каталожных данных с точностью до 10%, поэтому использовать его для определения сопротивления R_1 нецелесообразно.

Для низковольтных двигателей сопротивление R_1 определяется на основе закономерностей изменения от номинальной мощности S_N. Анализ совокупности двигателей серии 4А основного исполнения показал, что сопротивление R_1 с хорошим среднеквадратичным отклонением ($R^2 = 0,8279$) может быть определено по формуле

$$R_1 = 0,0802 \cdot S_N^{(-0,2406)}, \qquad (25,а)$$

для высоковольтных двигателей потери в статорной обмотке составляют относительно устойчивую долю (в среднем 0,4) от общих потерь активной мощности в номинальном режиме, поэтому для них

$$R_1 = 0,4 \cdot (1 - \eta_N) \cdot \eta_N \cdot \cos \varphi_N . \qquad (25,б)$$

Между сопротивлением $X_{\sigma 1}$ и $X''_{п}$ имеет место устойчивое приближенное соотношение

$$X_{\sigma 1} = 0,53\, X''_{п} . \qquad (26)$$

Приведенные уравнения (25) и (26) могут быть использованы в качестве дополнительных недостающих уравнений – к системе уравнений (11) – (16) для определения параметров схемы замещения.

3. Преобразование уравнения (13) для номинального момента.

Для номинального момента справедливо следующее упрощенное выражение

$$M_N = 1 \cong \frac{(1 - s_N)}{\eta_N \cos \varphi_N} \frac{s_N}{R_{2N} + 2R_1 s_N}, \qquad (27)$$

где R_{2N} – активное сопротивление роторной обмотки при номинальном скольжении s_N.

В качестве доминирующего параметра в уравнении (13) следует принять сопротивление R_{2N}, а само уравнение преобразовать к виду

$$R_{2N} = R_{2N}^{(0)} \left(1 - \frac{\Delta M_N}{1 - 2R_1 \eta_N \cos \varphi_N} \right), \qquad (28)$$

где R_{2N}и $R_{2N}^{(0)}$ - последующее и предыдущее приближение решения;

$\Delta M_N = 1 - M_{N1}$ – разность между каталожным и расчетным значением номинального момента.

Для определения начального приближения сопротивления $R_{2N}^{(0)}$ воспользуемся следующими закономерностями номинального режима АДК.

Полезная мощность на валу АДК в номинальном режиме составит

$$P_{в.N} = \eta_N \cos \varphi_N . \qquad (29)$$

Активная мощность в роторной обмотке АДК в номинальном режиме равна

$$P_{2N} = P_{в.N} + \Delta P_{2N} + \Delta P_{мех.N}, \qquad (30)$$

где ΔP_{2N} – потери мощности в роторной обмотке АДК в номинальном режиме, равные

$$\Delta P_{2N} = P_{2N} s_N. \tag{31}$$

Из выражений (29) – (31) вытекает

$$P_{2N} = \frac{\eta_N \cos\varphi_N + \Delta P_{\text{мех.N}}}{1 - s_N}, \tag{32}$$

$$\Delta P_{2N} = \frac{\eta_N \cos\varphi_N + \Delta P_{\text{мех.N}}}{(1 - s_N)} s_N. \tag{33}$$

С другой стороны, потери ΔP_{2N} могут быть определены следующим образом

$$\Delta P_{2N} = I_{2N}^2 R_{2N} = \frac{U_{12N}^2}{\left(\frac{R_{2N}}{s_N}\right)^2 + (X_{\sigma 2N})^2} R_{2N}. \tag{34}$$

Пренебрегая в (34) значением $(X_{\sigma 2N})^2$ ввиду выполнения неравенства $\left(\frac{R_{2N}}{s_N}\right)^2 >> (X_{\sigma 2N})^2$, из выражений (33), (34) вытекает

$$R_{2N}^{(0)} = \frac{U_{12N}^2 s_N (1 - s_N)}{\cos\varphi_N \eta_N + \Delta P_{\text{мех}}}. \tag{35}$$

По известным значениям сопротивлений R_{2N} и $R_{2п}$ из первого уравнения системы (1.1) можно вычислить значение сопротивления R_{2c}

$$R_{2c} = \sqrt{\frac{R_{2N}^2 - R_{2п}^2 s_N}{1 - s_N}}. \tag{36}$$

4. Преобразование уравнения (14) для номинальной реактивной мощности.
Из выражения (15) вытекает соотношение

$$X_{12} = \frac{U_{12N}^2}{Q_N - X_{\sigma 1} - \frac{U_{12N}^2 X_{\sigma 2N}}{\left(\frac{R_{2N}}{s_N}\right)^2 + (X_{\sigma 2N})^2}}, \tag{37}$$

из которого следует, что в качестве доминирующего параметра уравнения (14) можно принять величину X_{12}, а само уравнение преобразовать к виду

$$X_{12} = X_{12}^{(0)} \left(1 - \frac{X_{12}^{(0)}}{U_{12N}^2} \Delta Q_N\right), \tag{38}$$

где X_{12} и $X_{12}^{(0)}$ – последующее и предыдущее приближения решения;

$\Delta Q_N = \sin\varphi_N - Q_{N1}$ – разность между каталожным и расчетным значениями реактивной мощности АДК в номинальном режиме.

За начальное приближение сопротивления X_{12} можно принять значение, следующее из выражения (37) при упрощениях

$$X_{12}^{(0)} = \frac{U_{12N}^2}{\sin\varphi_N - X''_{п}}, \tag{39}$$

где

$$U_{12N}^2 = (1 - \cos\varphi_N R_1 - \sin\varphi_N X_{\sigma 1})^2 + (\cos\varphi_N X_{\sigma 1} - \sin\varphi_N R_1)^2. \tag{40}$$

Зная сопротивления $X_{\sigma 1}$, $X''_{п}$, X_{12} определим сопротивление $X_{\sigma 2п}$ из схемы замещения асинхронного электродвигателя по формуле:

$$X_{\sigma 2п} = X_{12}\frac{X''_{п} - X_{\sigma 1}}{X_c - X''_{п}}, \tag{41}$$

где X_c – синхронное индуктивное сопротивление АДК, определяемое по формуле

$$X_c = X_{\sigma 1} + X_{12}. \tag{42}$$

5. Преобразование уравнения (15) баланса реактивной мощности АДК в номинальном режиме. Уравнение (15) с учетом выражений (33) и (34) можно преобразовать к виду

$$\sin\varphi_N = X_{\sigma 1} + \frac{U_{12N}^2}{X_{12}} + \frac{\eta_N \cos\varphi_N + \Delta P_{мех}}{(1 - s_N)R_{2N}} s_N X_{\sigma 2N} \tag{43}$$

и разрешить его относительно сопротивления $X_{\sigma 2N}$

$$X_{\sigma 2N} = \frac{(\sin\varphi_N - X_{\sigma 1} - U_{12N}^2 / X_{12})(1 - s_N)R_{2N}}{s_N(\eta_N \cos\varphi_N + \Delta P_{мех.N})}. \tag{44}$$

В отличие от уравнений (19), (23), (27), (38) выражение (44) не является итерационным, а однозначно определяет величину $X_{\sigma 2N}$ через другие параметры схемы замещения и каталожные данные АДК.

По известным значениям сопротивлений $X_{\sigma 2N}$ и $X_{\sigma 2п}$ из второго уравнения системы (1) можно вычислить значение $X_{\sigma 2c}$

$$X_{\sigma 2c} = \frac{X_{\sigma 2N} X_{\sigma 2п}\left(\sqrt{1 - s_N}\right)}{\sqrt{X_{\sigma 2п}^2 - X_{\sigma 2N}^2 s_N}}. \tag{45}$$

6. Преобразование уравнения (16) для баланса потерь активной мощности в номинальном режиме АДК.

Сумма потерь мощности в стали $\Delta P_{12.N}$ и механических потерь мощности $\Delta P_{мех.N}$ в номинальном режиме, которую условно можно назвать потерями мощности холостого хода в номинальном режиме $\Delta P_{x.N}$, как следует из уравнения баланса потерь мощности (16), равна

$$\Delta P_{x.N} = \Delta P_{\Sigma N} - \Delta P_{1N} - \Delta P_{2N}, \tag{46}$$

где

$$\Delta P_{\Sigma N} = (1 - \eta_N)\cos\varphi_N - \tag{47}$$

суммарные потери мощности в номинальном режиме АДК;

$$\Delta P_{1N} = R_1 - \tag{48}$$

потери мощности в статорной обмотке в номинальном режиме АДК;

$$\Delta P_{2N} = \frac{\eta_N \cos\varphi_N + \Delta P_{мех.N}}{(1 - s_N)} s_N - \tag{49}$$

потери мощности в обмотке ротора в номинальном режиме АДК.

Механические потери мощности и потери мощности в стали АДК составляют устойчивую долю от потерь $\Delta P_{x.N}$, в среднем

$$\left.\begin{aligned} \Delta P_{мех.N} &= 0{,}3\Delta P_{x.N}, \\ \Delta P_{12.N} &= 0{,}7\Delta P_{x.N}. \end{aligned}\right\} \tag{50}$$

Выражение (49) наряду с (26), основанное на устойчивых соотношениях между параметрами АДК, может быть использовано в качестве третьего из недостающих уравнений к системе уравнений (11) – (16) для определения параметров схемы замещения АДК.

Из выражений (46) – (50) следует

$$\Delta P_{мех.N} = \frac{0{,}3\left[\cos\varphi_N\left(1 - \frac{\eta_N}{1 - s_N}\right) - R_1\right]}{1 + 0{,}3s_N/(1 - s_N)}, \tag{51}$$

$$\Delta P_{12.N} = \frac{0{,}7\left[\cos\varphi_N\left(1 - \frac{\eta_N}{1 - s_N}\right) - R_1\right]}{1 + 0{,}3s_N/(1 - s_N)}, \tag{52}$$

$$R_{12} = \frac{U_{12N}^2}{\Delta P_{12N}}. \tag{53}$$

Составлена система из девяти независимых уравнений, которая позволяет однозначно определить все девять параметров схемы замещения АДК.

Показан алгоритм расчета параметров двигателя с короткозамкнутым ротором, со всеми необходимыми исходными данными.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Хабдуллин А.Б. Статические характеристики потерь мощности в электрических сетях Тез. докл. межд. научно-практ. конференции IV-я «Тинчуринские чтения», Казань, 2009, с. 213-215.

[2] Khabdullin A, Khabdullina Z., Climate Considerations of the Electricity Supply Systems in Industries, Environmental and Climate Technologies№13, 2014г

Хабдуллин Ә.Б., Хабдуллина З.К., Хабдуллин А.Б., Хабдуллина Г.А.

Қысқа тұйықталған роторы бар қозғалтқыш сипаттамаларының есебі

Түйіндеме. Мақалада қысқа тұйықталған роторы бар қозғалтқыш сипатталамарының есебі берілген. Есептеу нәтижесі «Электрэнергетика» мамандығының «Электр желілері мен жүйелері» пәнінің оқу үрдісіне енгізілді.

Кілтті сөздер: шығынды есептеу, жіберу сипаттамалары, асинхроннды қозғалтқыш, шығыныды кішірейту, қарсылық, энергия үнемдеуді жүргізу

Khabdullin A.B., Khabdullina Z.K., Khabdullin A.B.,.Khabdullina G. A.

Calculation of motor parameters squirrel cage

Summary. The calculation of the motor parameters with cage rotor. Based equivalent circuit. The calculation results are implemented in the educational process in the discipline « Electric systems and networks»speciality «Electricity».

Key words: calculation of losses, starting performance, induction motor, reduction of losses, the resistance, holding energy saving

УДК 338.482.2(574)

[1]L.O. Zhumabayeva, [1]T.K. Zhukabayeva, [2]Mohamed Othman, [2]G. Mavlankulov, [3]B.B. Suleimenova
([1]L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
[2]Universiti Putra Malaysia, Malaysia
[3]Caspian State University of Technologies and Engineering named after Sh.Yessenov
e-mail: lau_la@mail.ru , Tamara_kokenovna@mail.ru)

COMPARATIVE ANALYSES OF MODES OF CONCURRENT GRAMMARS

Annotation. In this paper we define and study basic modes of concurrent context free grammars which is an extended case of Petri Net controlled grammars by using a parallel firing in Petri Nets. Moreover, we convert these parallel firing modes of context-free Petri nets to rule applications in context-free grammars.

Keywords: Petri Net Control, Parallel Computing, Controlled Grammars

Introduction

Petri nets are powerful modeling formalism in computer science, system engineering and many other disciplines. Combination of exact modeling and analysis of system behavior and optimal visualization of the modeled system state changes is the main reason for the great success of Petri nets.

Hence, modeling various kinds of dynamic event-driven systems such as computer networks [1], communication systems [2], manufacturing plants [3], command and control systems [4], real-time computing systems [5], logistic networks [6], and workflows [7] to mention only a few important examples of using Petri nets.

Different variants of a Petri net controlled grammar are introduced and studied in [8,9,10,11,12], where context-free grammar equipped with a Petri net, whose transitions are labeled with rules of the grammar or the empty string. The associated language consists of all terminal strings which can be derived in the grammar. The sequence of rules in every terminal derivation corresponds to some occurrence sequence of transitions of the Petri net which is enabled at the initial marking and finished at a final marking of the net. This representation can be considered as mathematical models for the study of concurrent systems appearing in systems biology and automated manufacturing systems. Some properties of the concurrent context-free languages were investigated and compare with other known grammars in [13, 14]. In this paper we define and analyze some parallel firing modes of concurrent grammars, where the transitions of a Petri net fire simultaneously.

1.1 Grammars and languages

Let $\mathbb{N}$ be the set of all non-negative integers and $\mathbb{N}^k$ be the set of all vectors of k non-negative integers. The cardinality of a set X is denoted by |X |. Let Σ be an alphabet which is a finite nonempty set of symbols. A string over the alphabet Σ is a finite sequence of symbols from Σ. The empty string is denoted by λ. The set of all strings over the alphabet Σ is denoted by Σ∗. A subset of Σ* is called a language.

A context-free grammar is a quadruple G = (V, Σ, S, R) where V and Σ are the disjoint finite sets of nonterminal and terminal symbols, respectively, S ∈ V is the start symbol and R ⊆ V × (V ∪ Σ)* is a finite set of (production) rules. Usually, a rule (A, x) is written as A → x. A rule of the form A → λ is called an erasing rule. $x \in (V \cup \Sigma)^+$ directly derives $y \in (V \cup \Sigma)^*$, written as x ⇒ y, iff there is a rule $r = A \to \alpha \in R$ such that $x = x_1Ax_2$ and $y = x_1\alpha x_2$. The rule $r : A \to \alpha \in R$ is said to be applicable in sentential form x, if $x = x_1Ax_2$, where $x_1, x_2 \in (V \cup \Sigma)^*$ The reflexive and transitive closure of ⇒ is denoted by ⇒*. A derivation using the sequence of rules $\pi = r_1r_2 \cdots r_n$ is denoted by $\stackrel{\pi}{\Rightarrow}$ or $\stackrel{r_1r_2\cdots r_n}{\Longrightarrow}$. The language generated by G is defined by L(G) = {w ∈ Σ* | S ⇒* w}. The family of context-free languages is denoted by CF.

1.2 Multisets

A multiset over an alphabet Σ is a mapping μ: Σ → $\mathbb{N}$. The set Σ is called the basic set of a multiset ν and the elements of Σ is called the basic elements of a multiset μ. A multiset μ over an alphabet $\Sigma = \{a_1, a_2, \ldots a_n\}$ can be denoted by

$\mu = (\mu(a_1)a_1, \mu(a_2)a_2, \ldots, \mu(a_n)a_n)$

Where $\mu(a_i)$, $1 \le i \le n$, is the multiplicity of a_i, or as a vector

$\mu = (\mu(a_1), \mu(a_2), \ldots, \mu(a_n))$,

or as the set in which each basic element a ∈ Σ occurs μ(a) times

$\mu = \{\underbrace{a_1,\ldots,a_1}_{u(a_1)}, \underbrace{a_2,\ldots,a_2}_{u(a_2)}, \underbrace{a_n,\ldots,a_n}_{u(a_n)}\}$

The empty multiset is denoted by ϵ, that is ϵ (a) = 0 for all a ∈ Σ. The set of all multisets over Σ is denoted by $\Sigma^{\oplus}$. Since Σ is finite, $\Sigma^{\oplus} = \mathbb{N}^{\Sigma}$. The power (or cardinality) of a multiset $\mu = (\mu(a_1), \mu(a_2), \ldots, \mu(a_n))$ denoted by |μ|, is $\sum_{i=1}^{n} u_i$. A multiset μ is a set if and only if μ(a) ≤ 1 for all a ∈ Σ. For two multisets μ and ν over the same alphabet Σ, we define

• the inclusion μ ⊑ν by

μ ⊑ ν if and only if μ(a) ≤ ν (a) for all a ∈ Σ;

• the sum μ ⊕ ν by

(μ ⊕ ν)(a) = μ(a) + ν (a) for each a ∈ Σ,

and we denote the sum of multisets $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_k$ by $\sum_{i=1}^{n} u_i$, i.e.,

$\sum_{i=1}^{n} u_i = \mu_1 \oplus \mu_2 \oplus \cdots \oplus \mu_k$;

• the difference μ⊖ ν by

(μ ⊖ ν)(a) = max {0, μ(a) − ν (a)} for each a ∈ Σ.

1.3 Petri nets

A Petri net is a triple (P, T , δ) where P and T are finite disjoint sets of places and transitions, respectively, a mapping $\delta : T \to P^{\oplus} \times P^{\oplus}$ is a mapping which assigns to each transition t ∈ T a pair δ(t) = (α, β) . Graphically, a Petri net is represented by a bipartite directed graph with the node set P ∪ T where places are drawn as circles, transitions as boxes. For each transition t ∈ T with δ = (α, β), the multiplicities α(p), β(p) of a place p ∈ P , give the number of arcs from p to t and from t to p, respectively. A multiset $\mu \in P^{\oplus}$ is called a marking. For each p ∈ P, μ(p) gives the number of tokens in p. A place/transition net (p/t net for short) is a quadruple $N = (P, T , \delta, \mu_0)$ where (P, T , δ) is a Petri net, $\mu_0 \in P^{\oplus}$ is the initial marking.

A transition t ∈ T with δ(t) = (α, β) is enabled at a marking $\mu \in P^{\oplus}$ if and only if α ν μ. In this case t can occur (fire). Its occurrence transforms the marking μ into the marking $\mu' \in P^{\oplus}$ defined by μ' = μ⊖α ⊕

β. We write $\mu \xrightarrow{t}$ to denote that t may fire in μ, and $\mu \xrightarrow{t} \mu'$ to indicate that the firing of t in μ leads to μ'. A finite sequence $t_1\ t_2 \cdot \cdot \cdot t_k$, $t_i \in T$, $1 \le i \le k$, is called an occurrence sequence enabled at a marking μ and finished at a marking μ_k if there are

markings μ_1 , μ_2 , . . . , μ_{k-1} such that

$\mu \xrightarrow{t_1} u_1 \xrightarrow{t_2} \ldots\ u_{k-1} \xrightarrow{t_{k-1}} u_k$

In short this sequence can be written as $\mu \xrightarrow{t_1 t_2 \ldots t_k} \mu_2$ or $\mu \xrightarrow{\nu} \mu_k$ where $\nu = t_1 t_2 \ldots t_k$. For each $1 \le i \le k$, marking μ_i is called reachable from marking μ. R (N, μ) ⊆ P⊕ denotes the set of all reachable markings from a marking μ.

Let N = (P, T , δ, ι) be a p/t net and F ⊆ R(N, ι) be a set of markings which are called final markings. An occurrence sequence ν of transitions is called successful for F if it is enabled at the initial marking ι and finished at a final marking τ of F . If F is understood from the context, we say that ν is a successful occurrence sequence.

A labeled Petri net is a tuple K = (Δ, N, γ, F), where Δ is an alphabet, N = (P, T , δ, ι) is a p/t net, γ : T → Δ ∪ {λ} is a transition labeling function and F ⊆ R(N, ι).

The labeling function γ is extended to occurrence sequences in natural way, i.e., if ν t ∈ T * is an occurrence sequence then γ(ν t) = γ(ν)γ(t) and γ(λ) = λ . For an occurrence sequence ν ∈ T*, γ(ν) is called a label sequence. A Petri net language of K with respect to a transition labeling function γ and a final marking set F is defined by

L (K) = {γ(ν) ∈ Δ* | $\iota \xrightarrow{\nu} \mu$, where ν ∈ T* and μ ∈ F }.

1.4 Context-Free Petri nets

A context-free Petri net is a Petri net N = (P, T , F, φ, β, γ, ι) where

• labeling function β : P → V and γ : T → R;

• there is an arc from place p to transition t if and only if γ (t) = A → α and β(p) = A. The weight of the arc (p, t) is 1;

• there is an arc from transition t to place p if and only if γ(t) = A → α and β(p) = χ where |α|χ > 0. The weight of the arc (t, p) is $|\alpha|_\chi$;

• the initial marking ι is defined by ι(b−1 (S)) = 1 and ι(p) = 0 for all p ∈ P − {β^{-1}(S)}

Example1.

Let ***G1 = ({S, A},{a.b}, P, S)*** is a context-free grammar, where P: r_0:*S→bSbb,* r_1:*S→A,* r_2:*A→aA,* r_3:*A→a,*

Figure 1 illustrates a context free Petri net with respect to the grammar G_1

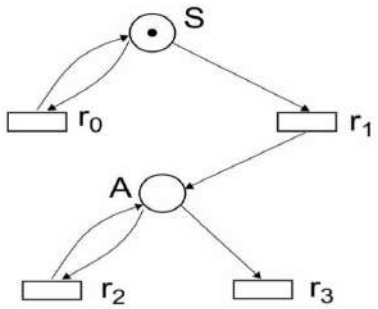


Figure 1. A Context-Free Petri net

It can be easily determined that L (G_1) = {$b^n a^m b^{2n}$ |*m≥1, n≥0*}

1.5 Modes of Parallel firing

Definition1. Let G = (V, Σ, S, R) be context-free grammar. K = (Δ, N, γ, F), N = (P, T , δ, ι), be a labeled Petri net such that Δ = R. Let A = {t_1 , t_2 , . . . , t_k } ⊆ T with δ(t_i) = (α_i , β_i) for $1 \le i \le k$. The transitions of a multiset ν ∈ A⊕ are simultaneously/parallel enabled/ friable at a marking μ ∈ R(N, ι) if and only if

$\sum_{i=1}^{n} \nu\ (t_i)\alpha_i \sqsubseteq \mu$.

Then the transitions of ν parallel fire resulting in the new marking μ' defined by

$\mu' = \mu\ \ominus \sum_{i=1}^{n} \nu\ (t_i)\ \alpha_i \oplus \Sigma\ \nu\ (t_i)\beta_i$

A multiset ν whose transitions fire parallel is called a multistep. We write $\mu \xrightarrow{\nu} \mu'$ to denote that the a multistep ν at μ leads to μ'. Let $X = \{t_1, t_2, \ldots, t_k\} \subseteq T$ with $t_i = (\alpha_i, \beta_i)$, $1 \le i \le k$, and let a multistep $\nu \in X^{\oplus}$ be enabled at a marking $\mu \in P^{\oplus}$. We will define some special types (modes) of multisteps with respect to the basic sets and multisets.

1. The multistep ν is called in k mode if $|\nu| = k$. Similarly, ν is called in ≤ k mode (≥ k mode) if $|\nu| \le k (|\nu| \ge k)$.
2. Let $A \in V$ .The multistep ν is called in A-nonterminal labeled mode if $T_A = \{t \in T : \gamma(t) = A \to \alpha \text{ for some } A \to \alpha \in R\}$.
3. Let $r \in R$. The multistep ν is called in r-rule labeled mode if $T_r = \{t \in T: \gamma(t) = r\}$
4. The multistep ν is called in wide mode if $\nu(t) > 0$ for all $t \in X$ and
   • X = T or
   • for all $\nu' \in Y^{\oplus}$, where $X \subset Y \subseteq T$,
   $\sum_{t \in T} \nu'(t)\alpha \not\sqsubseteq \mu$.,
5. The multistep ν is called in global mode if and only if for all $\eta \in X^{\oplus}$,
   $\sum_{i=1}^{k} \eta(t_i)\alpha_i \sqsubseteq \mu$ imply η = ν.
6. The multistep ν is called a in step mode if ν is a set, i.e., $\nu \subseteq X$.

1.6. Modes of Concurrent Context Free Grammars

In this section we transfer modes of multisteps to rule application of context free grammars. Such a transformation allows to classify precisely different modes of parallel firing on Petri Net controlled grammars called concurrent grammars.

Definition2. Let $R' = \{r_1, r_2, \cdots r_n\}^{\oplus} \subseteq R$, where $r_i = A_i \to \alpha_i$ $(1 \le i \le n)$ are applicable rules in the sentential form x. Multiset $\Re_{app(x)} \subseteq R'^{\oplus} = \{\rho(r_1)r_1, \rho(r_2)r_2 \cdots \rho(r_t)r_t\}(t \le n)$ is called parallel applicable in the sentential form x if x can be represented as $x = x_1 A_{i1} x_2 A_{i2} \cdots x_k A_{ik} x_{k+1}$ where $\{A_{ij},\ 1 \le j \le k\} = \{\rho(r_1)A_1, \rho(r_2)A_2, \cdots \rho(r_t)A_t, t \le k\}$. A set of all multisets of parallel applicable rules in the sentential form x is denoted by $\Re'_{app(x)}$.

Definition3. Let $x = x_1 A_1 x_2 A_2 \cdots x_m A_m x_{m+1}$ and $y = x_1 u_1 x_2 u_2 \cdots x_m u_m x_{m+1}$, where $x_i \in (V \cup \Sigma)^*(1 \le i \le m+1)$, $A_j \in V^*$, $u_j \in (V \cup \Sigma)^* (1 \le j \le m)$, and $\{r_i : r_i = A_i \to u_i, 1 \le i \le m\} \subseteq R$. We say that x directly derives y.

(i) in a multistep mode, denoted by m, if a multiset $m \in \Re'_{app(x)}$

(ii) in a step mode, denoted by s, if $s \in \Re'_{app(x)}$ and $s \subseteq R'$.

(iii) in k mode, denoted by mode k, if $k \in \Re'_{app(x)}$ and $|k| \le k$.

(iv) in a nonterminal labeled mode, denoted by n, if $n \in \Re'_{app(x)}$ and $n = \{r : r = A \to u\}$, where $A_j = A_i$ for any $1 \le j \le m$;

(v) in a rule labeled mode, denoted by r, if $r \in \Re'_{app(x)}$ and $r = \{r : r = A \to u\}$, where $j = A_i$ and $u_j = u_i$ for any $1 \le j \le m$

(vi) in a global mode, denoted by g, if $g \in \Re'_{app(x)}$ and $(g \cup r) \notin \Re'_{app(x)}$ for any $r \in R'$.

(vii) in a wide mode, denoted by w, if $w \in \Re'_{app(x)}$ and

• the multiset w consists all rules $r_i \in R'$

or

• the multiset $(\rho \cup r_i) \notin \Re'_{app(x)}$ for any $r_i \in R$ $(\notin w)$ and

$\rho = \{\rho_1(r_1), \rho_2(r_2), \ldots, \rho_t(r_t)\} \sqsubseteq w$, where $\rho_i(r_i) \ge 1$ for all $1 \le i \le t$

It is also of interest to consider some combined cases of these modes. We denote by ws, wg, wk, wn, ng, nk, rg, rk, kg, respectively wide step, wide global, wide k, wide nonterminal labeled, nonterminal labeled global, nonterminal labeled k, rule labeled global, rule labeled k and k global modes."

Let F = {m, s, k, n, r, g, w, ws, wg, wk, wn, ng, nk, rg, rk, kg}. We use a general notion $x \Rightarrow y$ if x directly derives y in f mode, where $f \in F$. And the reflexive and transitive closure of $\overset{}{\underset{f}{\Rightarrow}}$ is denoted by $\overset{*}{\underset{f}{\Rightarrow}}$.

Definition4. A concurrent context-free grammar in f mode is a tuple G = (V, Σ, S, R, f) where G = (V, Σ, S, R) is a context-free grammar and $f \in F$.

Definition5. The language L(G) generated by concurrent context-free grammar in f mode is defined by $L(G) = \{w \in \Sigma^* \mid S \overset{*}{\underset{f}{\Rightarrow}} w\}$.

The family of languages generated by concurrent context-free grammars in f mode is denoted by $f\,CF$, where $f \in F$.

Example2.

Let $G_2 = (\{S\},\{a\}, P, S, rg)$ is concurrent context-free grammar in ***rg*** mode, where P={ $r_0: S \to SS$, $r_1: S \to a$}. Obviously, application of the rule r_0 increases number of S's two times in each derivation step. Application of the rule r_1 in any step replaces all S's with a's, consequently $S \Rightarrow^* a^{2^n}$. Therefore $L(G_2)=\{ a^{2^n}, n \geq 0\}$, which is not context-free language. Figure 2 illustrates a context free Petri net with respect to the grammar G_2.

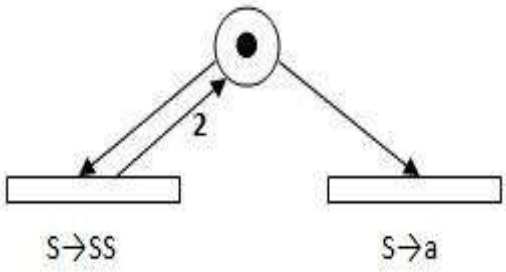


Figure 2. Concurrent context free grammar G_2

Example3.

Let $G_3 = (\{S, A\},\{a, b\}, P, S, rg)$ is concurrent context-free grammar in ***rg*** mode, where P={ $r_0: S \to AA$, $r_2: A \to aA$, $r_3: A \to bA$, $r_4: A \to a$, $r_5: A \to b$}. It can be easily seen that the grammar generate the language $L(G_2) = \{ww : w \in \sum^*\}$ which is also not context-free. Figure 3 illustrates concurrent context free grammar G_3

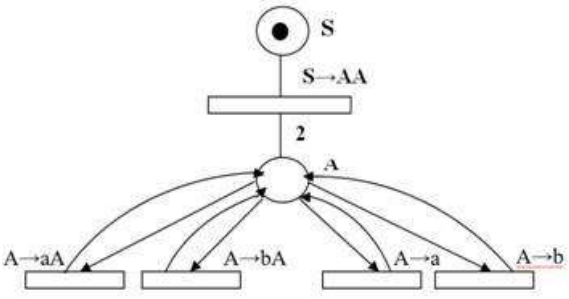


Figure 3. Concurrent context free grammar G_3

From Example 2 and Example 3 we can state following theorem

Theorem 1. ***rgCF-CF*** = Ø

Conclusion

We have defined some basic modes of parallel firing strategy on grammars controlled by Petri Net. In this paper we considered modes for Context free Petri nets. We showed that in some modes concurrent grammars can generate more powerful languages which are not context-free.

REFERENCES

[1]Gianni Conte M. Ajmone Marsan, Gianfranco Balbo. Performance models of multiprocessor systems. MIT Press Cambridge, MA, USA, 1986.

[2] J. Wang.Charging information collection modeling and analysis of GPRS networks. In Man and Cybernetics, Part C, volume 37 of IEEE Transactions on Systems, pages 473-481, 2007.

[3] Robert Y. Al-Jaar Alan A. Desrochers. Applications of Petri Nets in Manufacturing Systems: Modeling, Control, and Performance Analysis. IEEE,1995.

[4] Alexander H. Andreadakis, Stamos K; Levis. Synthesis of distributed command and control for the outer air battle. MIT Press, MIT, US, 1988.

[5] A. Morzenti M. Pezze Mandrioli, D. A Petri net and logic approach to the specification and verification of real time systems. In: Formal Methods for Real Time Computing , New York: Wiley., 1996.

[6] Rik Van Landeghem, Rik Van L, and Carmen veronica Bobeanu. Formal modelling of supply chain: An incremental approach using petri nets, 2002.

[7] Liqin Tian Lin, Chuang and Yaya Wei. Performance equivalent analysis of workow systems. Journal of Software, 13(8):1472-1480, 2002.

[8] J. Dassow and S. Turaev. k-Petri net controlled grammars. Language and Automata Theory and Applications. Second International Conference, LATA 2008. Revised Papers, volume 5196 of LNCS, pages 209-220. Springer, 2008.

[9] J. Dassow and S.Turaev. Petri net controlled grammars: the power of labeling and final markings. Romanian Jour. of Information Science and Technology, 12(2):191-207, 2009.

[10] Mavlankulov G., Othman M, Turaev S., Selamat M.H. Concurrent context-free grammars. In First International Conference on Advanced Data and Information Engineering, LNEE, pages 521-528.Springer, 2013.

[11] Mavlankulov G., Othman, M. , Turaev S., Selamat M.H. Some properties of the concurrent grammar. In International Conference on Mathematical Sciences and Statistics, 2013, pages 223-231.Springer, 2013.

[12] S.Turaev. Petri net controlled grammars. In Third Doctoral Workshop on Mathematical and Engineering Methods in Computer Science, MEMICS 2007, pages 233-240, Znojmo, Czechia, 2007.

[13] Zhumabayeva L., Zhukabayeva T., Mohamed Othman, Mavlankulov G., Sh.Turaev. Parallel Firing Strategy In Petri Nets./ International Conference on Mathematics, Engineering & Industrial Applications2014 (ICoMEIA 2014), Universiti Malaysia Perlis (UniMAP) ,Scopus 2016.

AIP Publishing Office of Rights and Permissions, 1305 Walt Whitman Road, Suite 300, Melville, NY 11747-4300, USA;

Printed in the United States of America ISSN 0094-243X, pages 641-652.

[14] Zhumabayeva L., Zhukabayeva T., Mohamed Othman, Mavlankulov G. Arbitrary Petri Nets Controlled Grammars Under Parallel Firing Strategy./ The 5th International Conference on IT Convergence and Security. Kuala Lumpur, Malaysia. August 24th-27th, 2015 Scopus,2106. Publisher: Institute Electrical and Electronics Engineers Inc. ISBN: 978-146736537-6.

Жумабаева Л.О., Жукабаева Т.К., Отман М., Майланкулов Г., Сулеменова Б.

Параллельді грамматикалар типтерінің салыстырмалы талдауы

Түйіндеме: Мақалада параллельді ауысым көмегімен бақыланатын Петри желілерінің кеңейтілген түрі болып саналатын, параллельді контекстті-еркін грамматикалардың негізгі ережелерін анықтап, қарастырамыз. Сонымен қатар, контекстті-бос Петри желілеріндегі параллельді ауысымдарды контекстті-бос грамматикаларда ережелер пайдалануга алмастырамыз.

Кілттік сөздер: Петри желісі арқылы бақылау, Параллельді есептеулер, Бақылаушы грамматикалар.

Жумабаева Л.О., Жукабаева Т.К., Отман М., Майланкулов Г., Сулеменова Б..

Сравнительный анализ типов параллельных грамматик.

Резюме: В данной статье мы будем определять и изучить основные правила параллельных контекстно-свободных грамматик, который представляет собой расширенный случай сети Петри, контролируемых с помощью параллельного перехода. Кроме того, мы преобразуем эти параллельные переходы контекстно-свободных сетей Петри на применение правил в контекстно-свободных грамматик.

Ключевые слова: Контролирующие сети Петри, Параллельное вычисление, Контроллирумые грамматики.

УДК 669.21/.23.081

С.Б. Юлусов[2], А.К. Койжанова[1], Т.Ю. Суркова[1],
Б.М. Сукуров[1], М.Б. Барменшинова[2]
([1]Институт металлургии и обогащения, Алматы, Республика Казахстан
[2]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, s1981b@mail.ru)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «АКТОГАЙ»

Аннотация. Представлены результаты физико-химических исследований руды месторождения Актогай, взятой из глубинных залежей (сульфидная) и на соседних флангах месторождения (окисленная).

Результаты рентгенофазового анализа показали, что основными золотоносными минералами в обеих пробах являются пирит, арсенопирит и кварц.

Рациональным анализом установлено, что в окисленной руде золото, в основном, находится в тонкодисперсном состоянии в породообразующих минералах, а в сульфидной - присутствует в связанном виде с кристаллической решеткой сульфидного минерала- носителя.

Данные минералогического анализа, указывают на то, что в окисленной пробе золото связано с гидроксидами железа, а в сульфидной – с пиритом и арсенопиритом. Свободного видимого золота минералогическим методом не обнаружено.

Электронно-зондовыми методами зарегистрировано тонко рассеянное «невидимое» золото. Оно присутствует во всех исследованных зернах, но в разных количествах. Зафиксировано неравномерное распределение золота и в пределах одного зерна. Обычно оно тяготеет к сульфидной части зерна, тогда как центральная его часть не золотоносная. В окисленной пробе выявлено распределение тонкорассеянного «невидимого» золота в гидроксидах железа с реликтами сульфидов. В сульфидной пробе золото присутствует в двух формах: в виде свободного видимого и дисперсного в сульфидах Свободное золото находится в пирите в виде зерен.

Полученные результаты станут основой для выбора технологии переработки исследованных руд.

Ключевые слова: золото, физико-химические исследования, рентгенофазовый анализ, минералогический анализ, электронно-зондовые исследования.

В связи с наращиванием выпуска золота, в сферу производства предполагается вовлекать сырье более глубоких залежей, а также новых рудных тел, имеющих несколько отличный фазовый и химический состав. В частности, по мере увеличения глубины отработки меняется структура минеральных ассоциаций, изменяется состав руды, в некоторых случаях, сульфидные руды обогащаются по содержанию мышьяка и сурьмы. Пробы, отобранные на соседних флангах, могут в корне отличаться от используемого в технологическом цикле сырья. Для адаптации данных руд к условиям производства, либо для разработки рациональной технологии переработки, необходимо, прежде всего, их всестороннее изучение. С этой целью были проведены физико-химические исследования руды месторождения Актогай, взятой из глубинных залежей и на соседних флангах месторождения.

Методика проведения исследования. Для физико-химических исследований использовали стандартную методику для пробоподготовки руды [1] и подготовки шлифов.

Содержание золота в пробах контролировали пробирным методом. Фазовый и элементный состав определяли с помощью рентгенофазового и рентгеноспектрального методов анализа, а химический - на атомно-абсорбционном спектрометр AA240 FS Varian BVБ.

Ренгеноспектральный микроанализ был проведен на микроанализаторе JXA-8230 с использованием растровой электронной микроскопии в обратно-рассеянных электронах и во вторичных электронах; энергодисперсионной спектроскопии, а также волнодисперсионной спектроскопии. Минералогические исследования шлифов и аншлифов вели на микроскопе Leica P2500.

Результаты и их обсуждение

Проба № 1 характеризует окисленные руды Западного, Южного и Восточного флангов месторождения. Пробы №2 отобрана из керна скважин используемых участков месторождения, но на большой глубине и характеризует сульфидные руды. Химический состав проб руды представлен в таблице 1.

Таблица 1. **Химический состав проб**

Проба	Массовая доля определяемых компонентов, %					
	Fe_2O_3	$Fe_{ок}$	SO_4^{2-}	S^{2-}	$C_{общ}$	$C_{орг}$
№1	6,35	0,44	1,98	0,03	0,37	<0,1
№2	7,6	0,55	0,40	0,527	1,68	<0,1

Из таблицы следует, что пробы отличаются по химическому составу. Во второй пробе выше содержание $C_{общ,}$ S^{2-} и Fe_2O_3. В первой пробе заметно значительное превышение сульфатной серы. Пробирный метод показал среднее содержание золота в пробах №1 – 1,02 г/т; №2 – 1,39 г/т..

Данные рентгенофазового методов анализа приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, основными фазовыми составляющими минералами являются кварц и альбит. В пробе № 1 пирит не обнаружен, однако присутствует арсенопирит – 4,5 %. Содержание пирита в пробе № 2 несколько ниже и составляет 2,4 %, также в небольшом количестве в пробе присутствует арсенопирит – 3,3 %.

Таблица 2. **Рентгенофазовый состав проб**

Наименование	Формула	S-Q, %
Проба № 1		
Quartz, syn	SiO_2	65,9
Albite	$Na(AlSi_3O_8)$	13,8
Muscovite-2M1	$(K,Na)(Al,Mg,Fe)_2(Si_{3.1}Al_{0.9})O_{10}(OH)_2$	6,2
Gypsum	$Ca(SO_4)(H_2O)_2$	5,3
Pyrite, arsenian	$Fe(S_{0.72}As_{0.28})_2$	4,5
Calcium Carbonate	$CaMg(CO_3)_2$	4,3
Проба № 2		
Quartz, syn	SiO_2	73,2
Albite	$Na(AlSi_3O_8)$	7,7
Dolomite	$CaMg(CO_3)_2$	5,9
Muscovite-2M1	$(K,Na)(Al,Mg,Fe)_2(Si_{3.1}Al_{0.9})O_{10}(OH)_2$	5,5
Pyrite, arsenian	$Fe(S_{0.72}As_{0.28})_2$	3,3
Microcline	$(K_{95}Na_{05})AlSi_3O_8$	2,0
Pyrite	$Fe_{0.987}S_2$	2,4

Для выяснения форм нахождения золота, характера его взаимосвязи с рудными компонентами и оценки высвобождаемости в процессе измельчения был выполнен рациональный анализ, результаты которого приведены в таблице 3.

Таблица 3. **Результаты рационального анализа** [2]

Формы нахождения золота и характер его связи с рудными компонентами	Распределение золота			
	№ 1		**№2**	
	г/т	%	г/т	%
Тонкодисперсное в породообразующих минералах	0,70	77,8	0,15	19,2
Видимое самородное	<0,01	1,1	0,13	16,6
Связанное с кристаллической решеткой минерала-носителя	0,18	20,0	0,49	62,8
Покрытое кварцем	<0,01	1,1	<0,01	1,4
Итого в руде (по балансу)	0,9	100	0,781	100

Из таблицы следует, что в обеих пробах золото присутствует в виде тонкодисперсного, самородного, связанного с кристаллической решеткой минерала - носителя и покрытого кварцем. Однако в окисленной пробе № 1 золото, в основном, находится в тонкодисперсном состоянии в породообразующих минералах, а в пробе №2 - присутствует в связанном виде с кристаллической решеткой сульфидного минерала- носителя.

Минералогический анализ [3] пробы № 1 показал, что окисленная проба (рисунок 1) представлена штуфным обломочным материалом светлого палевого, серовато-бурого цвета различной интенсивности с бурыми налетами и вкраплениями гидроксидов железа. В своем составе проба содержит алевролиты, песчаники, алевропелиты, углеродистые алевропелиты и др. В гидроксидах железа сохраняются реликты пирита и арсенопирита.

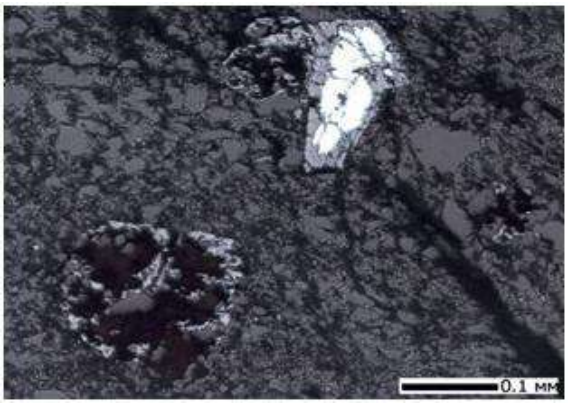


Рис. 1. Алевропелит окисленный с замещениями арсенопирита, пирита гидроксидами железа (кайма) и округлых стяжений карбоната лимонитом, ×100.

В составе пробы №-2 принимают участие брекчии, песчаники, алевролиты и аргиллиты. Рудная минерализация представлена пиритом, образующим вкрапленность кубических кристаллов (рисунок 2).

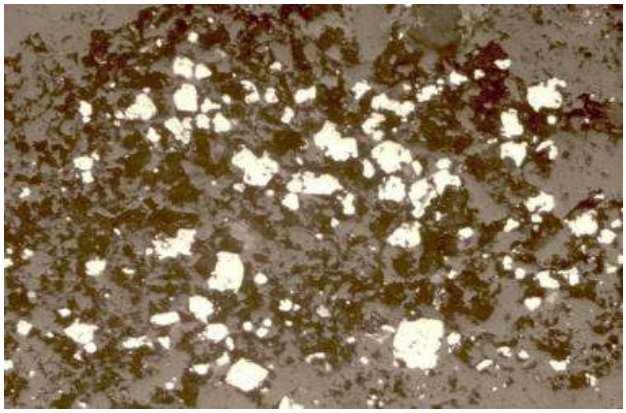


Рис. 2. Алевролит с прожилковидной вкрапленностью пирита, ×100

Данные минералогического анализа, указывают на то, что в окисленной пробе золото связано с гидроксидами железа, а в сульфидной – с пиритом и арсенопиритом.

Проведенные электронно-зондовые исследования [4] подтвердили данное положение. Согласно полученным результатам в пробе №-1 рудные минералы присутствуют в виде оксидов и гидроксидов железа (рисунок 3), акцессорные минералы – в виде моноцита.

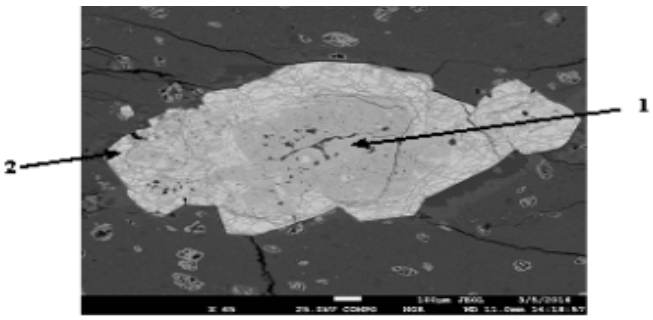


Рис. 3. Проба № 1. Псевдоморфоза лимонита (1 – в центре) по мышьяковистому пириту (2 – в кайме)

Кристаллы вторичных гидроксидов железа (гетитов и его разностей, лимонита) состоят из двух фаз, центральная из которых представлена оксидами железа, периферийная – из последних и сульфида железа – мышьяковистым пиритом (рисунок 4).

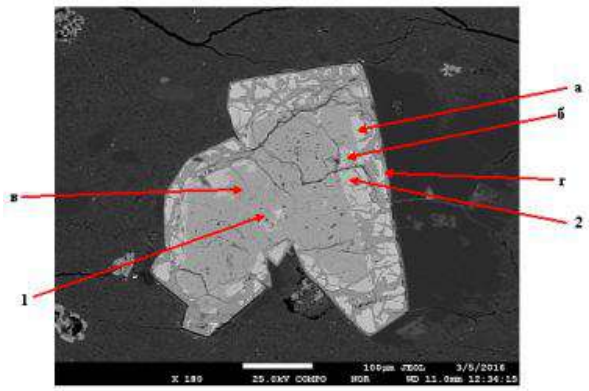


Рис. 4. Проба № 1. Псевдоморфоза гидроокислов железа
(1 – в центре) по мышьяковистому пириту (2 - кайма) ×65

Элементный состав отдельных компонентов: а) пирит мышьяковистый: S- 51,61; Fe – 39,74; As – 8,65; б) окисленный пирит: S- 33,88; Fe – 36,33; O – 24,57; As – 4,81; Si – 0,41; в) гидроокислы железа: O – 43,43; Fe – 48,65; As – 6,22; Al – 0,10; Si –0,75; S- 0,22; Ca – 0,36; Ti – 0,27; г) пирит мышьяковистый: S- 39,06; Fe – 31,77; O – 9,92; Cr – 2,02.

Элементный состав исследуемого участка: O – 48,28; Al – 4,79; Si – 20,23; K – 2,01; Ca – 0,38; Ti – 0,28; Fe – 13,77; As – 4,89; Au – 1,56.

Из полученных результатов следует, что пирит содержит 8,65 % мышьяка, а вторичные гидроксиды железы - до 6-7% мышьяка. На представленном участке золото составляет 1,56 (относительных) %. Следует отметить, что на других участках золото связано с кристаллами гидроксидов железа, как будет показано ниже, его содержание возрастает до 2,62%.

Выполнено элементное картирование рудных минералов на основные компоненты на предмет выявления свободного и «невидимого» золота. Как сказано выше, свободного видимого золота минералогическими методами не обнаружено. Электронно-зондовыми методами оно также не обнаружено. Однако этим методом зарегистрировано тонкорассеянное «невидимое» золото. Оно присутствует во всех исследованных зернах, но в разных количествах. Зафиксировано неравномерное распределение золота и в пределах одного зерна. Обычно оно тяготеет к сульфидной части зерна, тогда как центральная его часть не золотоносная.

На рисунке 5 представлено распределение «невидимого» золота в гидроксидах железа с реликтами сульфидов. На снимке зарегистрировано «невидимое» - золото в сульфидной кайме кристалла. Содержание золота (в относительных %) - 2,62 мас.%.

В пробе №2 исследовали пирит, арсенопирит, галенит и золото. На рис.6 представлен пирит с включениями арсенопирита.

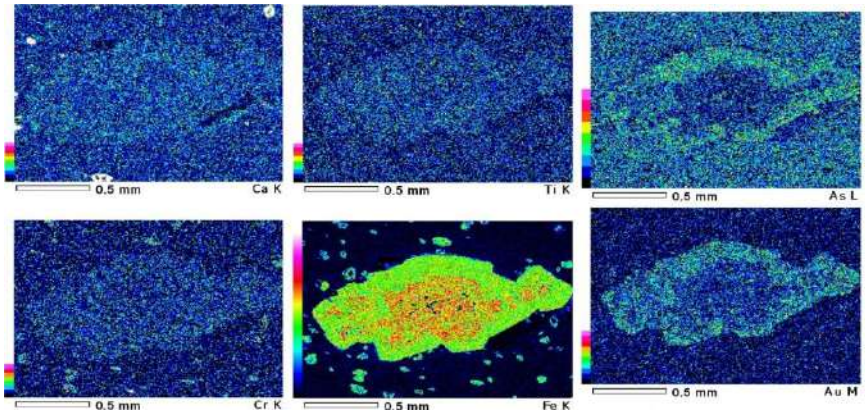


Рис. 5. Проба № 1 - Картирование по элементам зерна лимонитизированного мышьяксодержащего пирита.

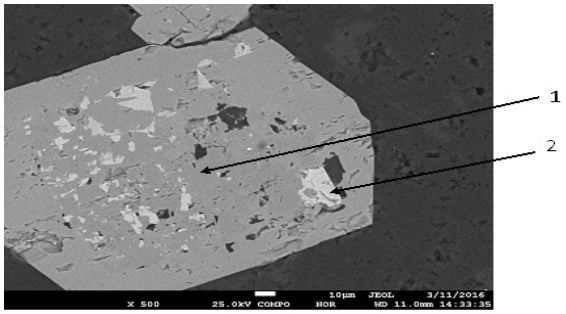
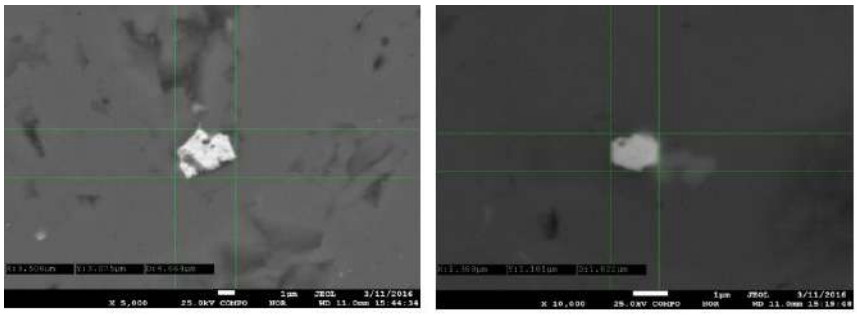


Рис. 6. Проба № 2. Пирит (1) с включениями арсенопирита (2). ×500

Золото в пробе находится в двух формах: в виде свободного видимого (рисунок 6) и дисперсного в сульфидах (рисунок 7).



а б

Рис. 7. Проба №2. Свободное видимое золото в пирите. а) Размер золотин 3,5 × 3,0. × 5000,
б) Размер золота 1,4 х 1,2. × 10000

Свободное золото представлено в пирите в виде зерен размером 3,5х3,0 μm и 1,4х1,2 μm и имеет следующий состав (%): Au–79.77, Ag – 11.23, Fe – 7.95.

Суммарный состав участка с арсенопиритом и «невидимым» золотом в последнем представлен на рисунке 8. Из него следует, что золото в пределах площади рисунка составляет 12,15 %.

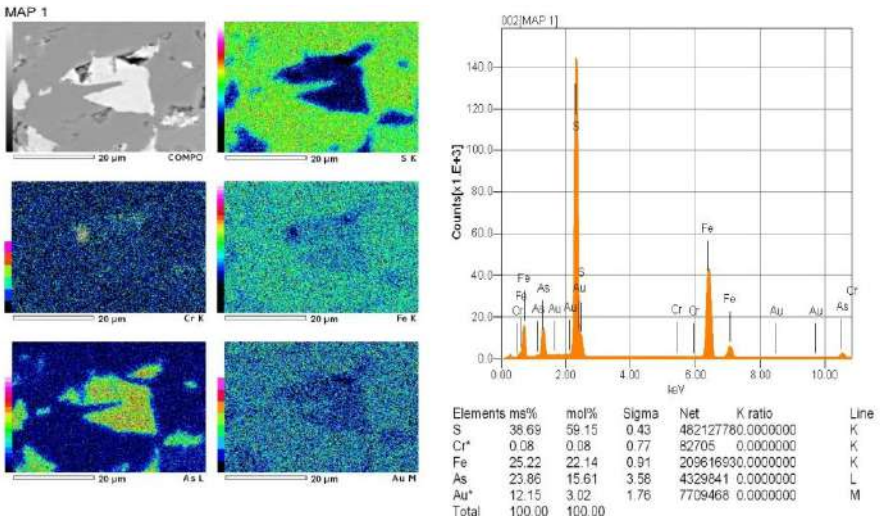


Рис. 8. Картирование по элементам участка пробы №2, содержащего зерно арсенопирита.

Выводы.

Физико-химические исследование показали, что среднее содержание золота в пробах составляет: в пробе №1 – 1,02 г/т; в пробе №2 – 1,39 г/т. Основными фазовыми составляющими минералами являются кварц и альбит. Установлено, что в пробе № 1 пирит не обнаружен, однако присутствует арсенопирит – 4,5 %, а содержание пирита в пробе № 2 составляет 2,4 %, арсенопирита – 3,3 %.

Рациональным анализом установлено, что в окисленной пробе № 1 золото, в основном, находится в тонкодисперсном состоянии в породообразующих минералах, а в пробе №2 - присутствует в связанном виде с кристаллическими решетками минерала – носителя.

Электронно-зондовыми методами зарегистрировано тонко рассеянное «невидимое» золото. Оно присутствует во всех исследованных зернах, но в разных количествах. Зафиксировано неравномерное распределение золота и в пределах одного зерна. Обычно оно тяготеет к сульфидной части зерна, тогда как центральная его часть не золотоносная. В окисленной пробе (проба №1) выявлено распределение тонкорассеянного «невидимого» золота в гидроксидах железа с реликтами сульфидов. В сульфидной пробе (проба №2) золото присутствует в двух формах: в виде свободного видимого и дисперсного в сульфидах Свободное золото находится в пирите в виде зерен.

Полученные результаты станут основой для выбора технологии переработки исследованных руд.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ГОСТ 14180-80 Методы отбора и подготовки проб для химического анализа и определения влаги

[2] Зеленов В.И. Методика исследования золото - и серебросодержащих руд// Недра, 1989. – 302С

[3] Фрей К. (Ред) Минералогическая энциклопедия // Недра, 1989. – 512С.

[4] Гоулдстейн Дж. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ: в 2-х книгах. Книга 2 – М.: Мир, 1984. – 348С.

Юлусов С.Б., Койжанова А.К., Суркова Т.Ю., Сукуров Б.М., Барменшинова М.Б.

Кен орнын «Ақтоғай» алтынды кен физикалық-химиялық зерттеу

Аңдатпа. Жер асты (сульфидті) және іргелес жатқан флангтерінен (тотыққан) алынған Ақтоғай кен орнының физика-химиялық зерттеулері ұсынылған.

Рентгенофазалық анализ – екі сынаманың құрамында алтыны бар минералдары пирит, арсенопирит және кварц болып келетінін көрсетті.

Рационалды анализ арқылы алтын – тотықты тау-кен минералдарында ұсақ дисперсті күйінде болатыны, ал сульфидте – сульфиді бар минералдарымен кристалды торда болатыны анықталды.

Құрамында алтыны бар кен құрайтын минералдарды сәйкестендіру үшін қосымша минералогиялық және электронды-зондтық зерттеулер жүргізілді.

Минералды анализ мәліметтерін талдай отырып, тотыққан сынамада алтын – темір гироксидінің, ал сульфидті сынамада – пиритпен және арсенопириттің құрамында болатынын болжауға болады. Таза алтынның өзі минералдық әдіспен анықтағанда байқалған жоқ.

Электрозондты зерттеуге сүйенетін болсақ, минералда жұқа жалатылған алтын байқалған. Барлық майда бөлшек бойында әркелкі таралған алтынның құрамы анықталған. Әдетте ол сульфидті ұсақ бөлшегінде кездеседі, бірақ сынаманың орталық бөлшегінде алтын анықталмады. Тотыққан сынамада алтын сульфиді кездескен темір гидроксидімен аз

мөлшерде (көрінбейтін) кездеседі. Сульфидті сынамада алтын екі түрде кездеседі, олар – көрінетін және дисперсті. Ал таза алтын пиритте майда дән түрінде кездеседі.

Алынған нәтижелер зерттелген кен орындарын өңдеу технологиясын таңдау кезінде негізгі өзегі болып келеді.

Түйінді сөздер: алтын, физико-химиялық зерттеулер, рентгенді-фазалы анализ, минералды анализ, электронды-зондты анализ.

Yulusov S.B., Koyzhanova A.K., Surkova T.Y., Sukurov B.M., Barmenshinova M.B.

Physical and chemical researches of gold-bearing ore Aktogay field

Summary. The results of physical and chemical researches of ore of deposit are presented Актогай, taken from deep beds (sulfide) and on the nearby flanks of deposit (oxidized).

The results of x-ray analysis showed that basic auriferous minerals in both tests are a brazil, arsenopyrite and quartz.

It is set a rational analysis, that in the oxidized ore gold, mainly, is in the micronized state in rock formation minerals, and in a sulfide - is in the constrained kind with the crystalline grate of sulfide mineral- carrier.

Для authentication of rock formation minerals and mineral - carrier, to that gold is related, mineralogical and electronic-probe studies were additionally undertaken

Coming from data of mineralogical analysis, it is possible to suppose that in the oxidized test gold is related to hydroxides of iron, and in a sulfide - with a brazil and arsenopyrite. Free visible gold it is not discovered a mineralogical method.

According to electronic-probe researches the thinly scattered "invisible" gold is registered. It is in all investigational grains, but in different amounts. Uneven distribution of gold is fixed and within the limits of one grain. Usually it gravitates to sulfide part of grain, while his central part not auriferous. In the oxidized test distribution of the thinly scattered "invisible" gold is educed in hydroxides of iron with the relicts of sulfides. In a sulfide test gold is in two forms: as free visible and dispersible in sulfides Free gold is in a brazil as grains.

The got results will become basis for the choice of technology of processing of investigational ores.

Key words: gold, physical and chemical researches, X-ray phase analysis, mineralogical analysis, electron probe researches.

УДК 681.7.068

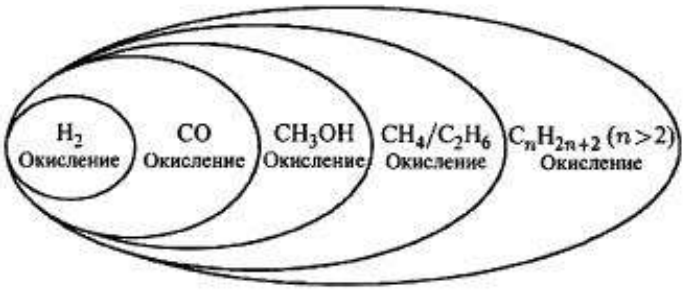
[1]Б.А. Урмашев, [1]С. М. Сатыева, [2]Н. К. Смайлов
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университететі, Қазақстан, Алматы
Email:satyyeva.salta@mail.ru
[2]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті
E-mail: Nur_aly.kz@mail.ru)

КӨМІРСУТЕГІНІҢ ЖАНУ МЕХАНИЗМІН CHEMICAL WORKBENCH БАҒДАРЛАМАСЫНДА ҚҰРАСТЫРУ ЖӘНЕ PRIME БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КОМПЛЕКСІНІҢ ФОРМАТЫНА АУДАРУ

Көмірсутегілер — көмір мен сутегіден тұратын органикалық қоспа болып табылады. *Пропан,* C_3H_8 — алкандар класындағы органикалық зат. Пропан – оттек қоспасының жану үрдісін температура мен қысымның кең ауқымындасипаттай алатындай механизм құрылды. Құрылған механизмнің дұрыстығын дәлелдеу үшін тәжірибелік зерттеу жұмыстарынан алынғанмәліметтермен салыстырылды. Құрылған механизм жоғары өнімді жүйеде берілген бастапқы шарттар бойынша Chemical Workbench 4.0 бағдарламасында тексерілді.Бұл механизмнің көмегімен пропан – оттек қоспасының жану үрдісіне әртүрлі бастапқы шарттар бойынша есептеулер жасалып, модельдеу жұмыстары жүргізілді.

1. Кіріспе

Көмірсутектердің жану үрдісін сипаттайтын механизмдерді белгілі бір иерархиялық құрылым ретінде көрсетуге болады (1 – сурет).



1-сурет. Реакция механизмдерінің иерархиялық құрылымы

Суреттен көріп отырғанымыздай химиялық элемент құрамында көміртегі және сутегінің атомдар саны артқан сайын реакция механизмі ұлғая береді және күрделі химиялық элементтің механизмінің құрамынаодан қарапайым болып келетін элементтің реакциялық механизмі кіреді[1, 2]. Яғни, пропанның жануын модельдеу үшін метанның жануын сипаттауғаарналған механизмдіалып, оған қажетті реакциялар мен элементтерді қосу арқылы қажетті механизмді алуға болады. Бұл механизм 121 элементтен және 683 элементерлы реакциялардан тұрады.

Пропан шекті көмірсутектердің гомологиялық қатарында ерекше орын алатын қосылыс. Ол жеңіл (CH_4, C_2H_6) және ауыр (C_4H_{10}, C_5H_{12} т.б.) алкандар тобының шекарасында орналасқандықтан, оған жеңіл және ауыр алкандардың қасиеттері дарыған. Сондықтан пропанның жану механизмінің құрамына метанның, этанның және пропиленнің тотығу реакцияларының механизмдері кіруі қажет.

2. Механизмді құрастыру барысы

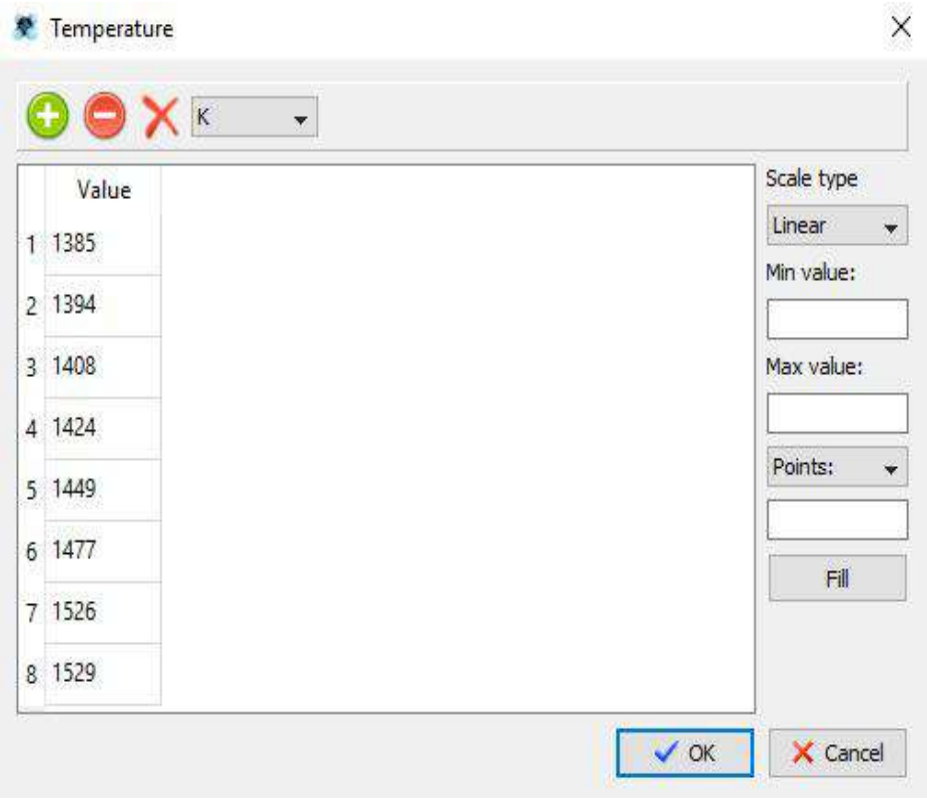
Механизмді құрастыру барысында көптеген мақалалар мен кітаптар қарастырылды. Жиналған механизм бастапқыда 121 элементтен және 683 реакциядан тұрды [3-8]. Бұл механизм Chemical Workbench 4.0 бағдарламасының механизмді оңтайландыру пакеті Reduction Module көмегімен ықшамдалды.

	Name			Comment	Mass	DB	Ready
1	Ar	A			39,94		✓
2	He			!!Burcat 2007 RE...	4,0026		✓
3	O_2			!!Burcat 2007 RE...	31,9988		✓
4	O			!!Burcat 2007 L ...	15,9994		✓
5	H			!!Burcat 2007 L ...	1,008		✓
6	HO_2			L 5/89	33,0068		✓
7	OH				17,0074		✓
8	H_2			IN LAMINAR ... N. A. Slavinskay...	2,016		✓
9	H_2O_2			!!Burcat 2007 T ...	34,0148		✓
10	H_2O			!!Burcat 2007 L ...	18,0154		✓
11	C			!!Burcat 2007 L ...	12,011		✓
12	CO_2			!!Burcat 2007 L ...	44,0098		✓
13	CO			!!Burcat 2007 R...	28,0104		✓
14	CH			!!Burcat 2007 I...	13,019		✓
15	HCO			!!Burcat 2007 T ...	29,0184		✓
16	CH_2			!!Burcat 2007 T...	14,027		✓
17	CH2(S)			SINGLET IU3/03	14,027		✓

2-сурет. Механизмнің элементтері

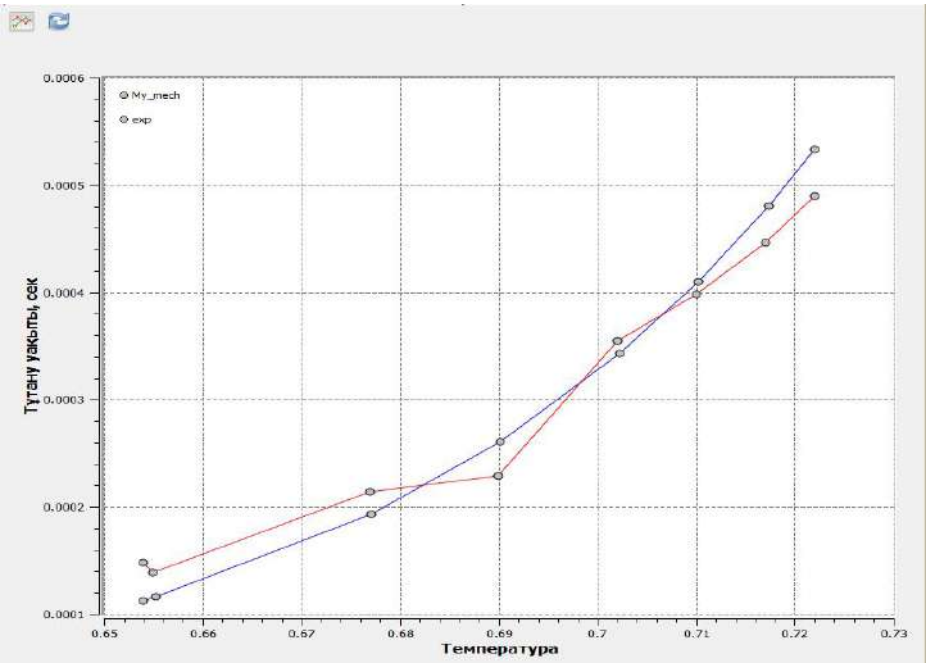
	Reaction			Comment	DB	Ready	Class	Subclass
1	$2O + M <=> O_2 + M$	A		********** O ***... **********		✓	Chemical	Bimolecular rea...
2	$H + O_2 + H_2O <=> HO_2 + H_2O$			********** HO2 ... **********		✓	Chemical	Bimolecular rea...
3	$H + O_2 + O_2 <=> HO_2 + O_2$			[6]		✓	Chemical	Bimolecular rea...
4	$H + O_2 + Ar <=> HO_2 + Ar$			[6]		✓	Chemical	Bimolecular rea...
5	$H + O_2 + He <=> HO_2 + He$			[6]		✓	Chemical	Bimolecular rea...
6	$H + O_2 + M <=> HO_2 + M$			[6]		✓	Chemical	Bimolecular rea...
7	$O + HO_2 <=> O_2 + OH$			********** OH *... **********		✓	Chemical	Direct bimolec...
8	$H + HO_2 <=> 2OH$			[2]		✓	Chemical	Direct bimolec...
9	$H + O + M <=> OH + M$			[4]		✓	Chemical	Bimolecular rea...
10	$H + O_2 <=> OH + O$			[2]		✓	Chemical	Direct bimolec...
11	$H + HO_2 <=> H_2 + O_2$			********** H2 **... **********		✓	Chemical	Direct bimolec...
12	$H_2 + O <=> OH + H$			[2]		✓	Chemical	Direct bimolec...
13	$H_2 + O <=> OH + H$			[2]		✓	Chemical	Direct bimolec...
14	$2H + M <=> H_2 + M$			[3]		✓	Chemical	Bimolecular rea...
15	$3H <=> H_2 + H$			[3]		✓	Chemical	Not defined
16	$2H + H_2 <=> 2H_2$			[3]		✓	Chemical	Bimolecular rea...
17	$2H + Ar <=> H_2 + Ar$			[2]		✓	Chemical	Bimolecular rea...
18	$H_2 + O_2 <=> 2OH$			[1]		✓	Chemical	Direct bimolec...

3-сурет. Механимзмнің реакциялары

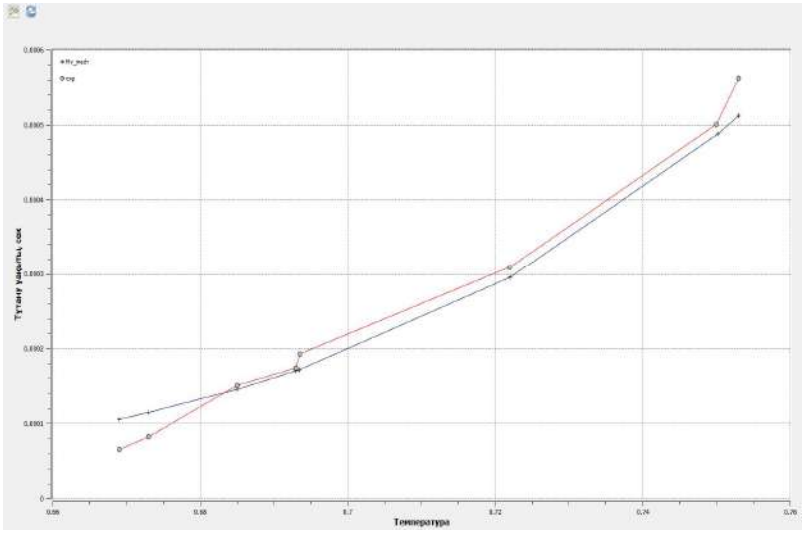


4-сурет. Механизмге берілген температура

Құрастырылған механизмнің дұрыстылығын тексеру барысында алынған



5 - сурет. $C_3H_8:O_2:Ar$ қоспасының тұтану уақытының температураға тәуелділігі. My_Mech бойынша: 1.6% C_3H_8, 4% O_2, 94.4% Ar, p = 7.24 бар-8.66 бар



6 - сурет. $C_3H_8:O_2:Ar$ қоспасының $p = 2.25 - 2.62\ ,bar$ аралығында тұтану уақытының температураға тәуелділігі. My_Mech механизмі бойынша: 1.6% C_3H_8, 8% O_2, 90.4% Ar.

Ықшамдау жұмыстары DRG (Direct Relation Graph – тура байланыстар графы) әдісімен пропан – оттек қоспасының C_3H_8:O_2 = 1:5 стехиометриялық қатынасында 1400 K температурасында жүргізілді. Нәтижесінде 86 элементтен және 662 реакциядан тұратын механизм алынды (1-2−суреттер). Бұл механизмге My_Mech деген ат берілді.

Құрастырылған механизмнің дұрыстылығын тексеру барысында механизмге келесідей мәліметтер берілді (4-сурет).My_Mech механизмі бойыншаграфиктер 5 және 6 – суреттерде келтірілген.5 – суретте My_Mech механизмін [4] - тен алынған тәжірибелік мәліметтермен салыстыру нәтижесі көрсетілген. Бұл суреттен байқайтынымыз My_Mech механизмінің есептеу нәтижелері тәжірибелік мәліметтерге айтарлықтай жақын орналасқан. Әрбір график үшін салыстырмалы қателіктер өлшенді және сәйкесінше оның мәндері 2-суреттегі график үшін – 1,294%, 6-суреттегі график үшін – 2,48% -

ке тең. Бұл тәжірибелік мәліметтер қысымның 2.25 – 8.66 бар аралығында және температураның 1200 – 1900 K аралығындаалынған және My_Mech механизмі бастапқы шарттардың осы мәндерінде жүйе күйінің өзгерісін жақсы сипаттай алады. Суретте басқа механизмдерге қарағандаMy_Mech механизмінің есептеу нәтижелері тәжірибелік мәліметтерге жақын және есептеу нәтижесінің тәжірибелік мәндерден ауытқуы 2.84% - ды құрады. Салыстырмалы қателіктің бұл мәнінен жиналған механизм қысымның айтарлықтай кең ауқымында пропан – оттегі қоспасының жануын сипаттай алады деп айтааламыз.

Жоғарыда жасалған салыстыру жұмыстарынан кейін құрастырылған механизмнің дұрыстығына көз жеткіздік және бұдан былай осы механизмді пропан – оттек қоспасының жануын модельдеу жұмыстарында қолданатын боламыз.

3. PrIMебағдарламалықкомплексі.

PrIMебағдарламалықкомплексінешолу

PrIMe- Process Informatics Model химиялық процесстерді моделдеу, жану процессінің механизмдерін тиімділеу және өңдеуге арналған бағдарламалық комплекс. Моделге талдау жасау құрылғысы профессор М.Френклах және әріптестерімен жасалған. Бағдарлама интерфейсі 7-суретте көрсетілген.

Бұл бағдарламалық комплекс өзіне келесілерді қосады:

- Моделдермен жасалған тәжірибелік ақпараттар;
- Тиімділеуді жүзеге асыратын негізгі сандық тапсырмалар;
- Шектеулерментиімділеу;
- Басқарудың тиімді теориясы

Бағдарламамен жұмыс жасау барысында қолданушылар үшін тиісті ақпараттар көрсетілген. Қолданушы интерфейсінде

- PrIMe Data Model
- PrIMe Data Warehouse;
- PrIMe Workflow;
- Glossary;
- Tutorials

бөлімдер келтірілген.



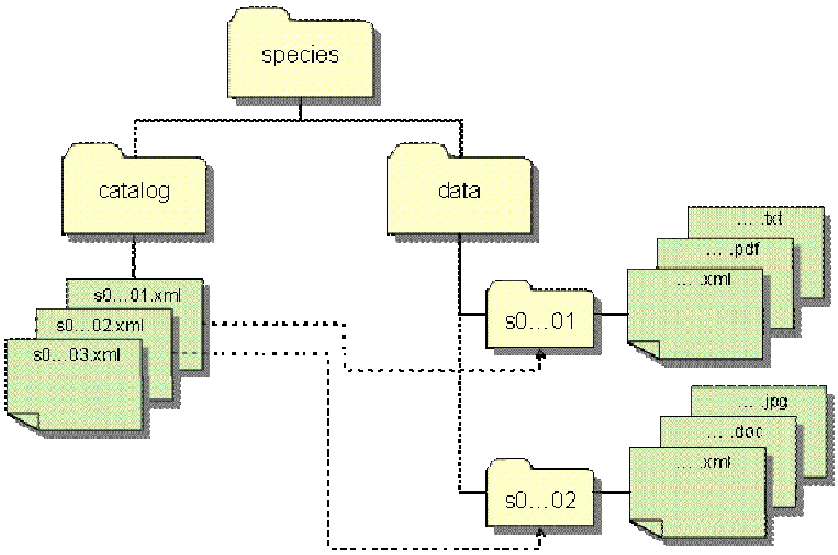
7-сурет. PrIMe БҚ интерфейсі.

PrIMe Data Model – бұл PrIMe БҚ мәліметтер қоры. Және бұл қор екі бөліктен тұрады: депозитарлық және кітапханалар. Депозитарлық бірлестіктермен ұсынылған деректер қоры, кітапханалық өз кезегінде жұмыс топтарының штрихтармен бағаланатын деректер қоры.

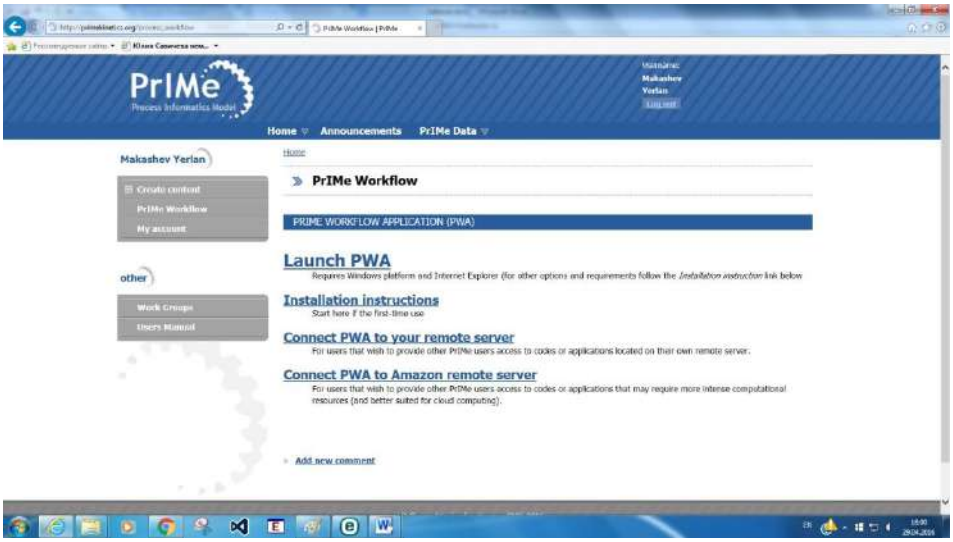
Деректер қорында барлық ақпарат .xml форматындасақталады. Сонымен қатар деректер қорында әрбір реакцияға, реагентке, элементке жалпы барлық қолданылатын ақпаратқа бір-бірден арнайы нөмір тағайындалып отырады. Бағдарламада деректер қайта қайталанбайтындай етіп ұйымдастырылған.

PrIMe Data Warehouse – PrIMe мәліметтер қоймасы. Бұл жану химиясына және жанудың болжамды моделін жасауға қатысты деректер қоры.Мұндағы ақпараттар түріне келетін болсақ, олар, термодинамикалық және транспорттық қасиеттер, реакция жылдамдығының коэффициенттері сонымен қоса тәжірибелік бақылаулар. Бұл мәліметтер қорын құрудың басты мақсаты параллелді жиынтық жасау ғана емессонымен қоса ескі ақпараттарды үздіксіз жаңартып отыру, жаңаақпарттар қосып керек жеріне түзетулер енгізіп отыру тиімділігі болып табылады (6-сурет).

PrIMe Workflow – PrIMe БҚ-да жұмыс жасау ортасы. Бқл қосымша Internet Exploler браузерінде және қосымша MatLab бағдарламасы көмегімен жүзеге асырылады. Және барлық ақпараттар, яғни деректер қоры Amazon серверінде сақталған, сондықтан интернет желісімен байланыс болу міндетті (8-сурет).



8-сурет. PrIMe Data Warehouse – PrIMe мәліметтер қоймасы



9-сурет. PrIMe Workflow терезесі.

Glossary - глоссарий, керекті анықтамалар тізімі. PrIMe бағдарламалық комплексінде қолданылатын түсініктер анықтамалығы болып табылады.

Tutorials – қолданушы бағдарламада жұмыс жасай алуы үшін көрсетілген арнайы видеосабақтар жиынтығын қамтиды. Бұл бөлімде PrIMe бағдарламалық комплексінің өзгеде артықшылықтарын көруге болады.

PrIMe бағдарламалық комплексі моделдің ең тиімді нұсқасын ұсынып қана қоймай,сонымен қатар деректер қорында бар механизмге талдау жасауды да қамтиды. Келісімділікке талдау, кері тапсырманы шешу және өзгеде артықшылықтарға ие.

Келісімділікке талдау жасау ақпарттарының жиынтығы жалпы ақпараттардың дұрыстығын және тұтастығын анықтайды , сонымен қатар тәжірибелердің мақсатын немесе модельдер параметрін анықтайды. Бұл талдау, тиімділеуге арналған модель параметрлерін бекітілген шекаралық мәндер кеңістігінде тәжірибелік ақпараттардың сапасын жоғарылатады.

4. Қорытынды

Жүргізілген зерттеулер мен есептеулерден кейін мынадай қорытындылар шығаруға болады:

Зерттеу жұмысы барысында жану үрдісіне теориялық әрі тәжірибелік түрде кең ауқымды зерттеу жүргізілді. Осы бағытта жұмыс жасап жатқан танымал ғалымдардың кітаптары, мақалалары және осы ғалымдардың жетекшілігімен жазылған диссертациялар қарастырылды. Осы қарастырылған мәліметтерді ескере отырып, пропан – оттек қоспасының жануын модельдеуге арналған механизмді құрастыру жұмыстары жүргізілді. Нәтижесінде пропан – оттек қоспасының жануын модельдеуге арналған механизм құрылды. Құрастырылған механизм 86 элементтен және 662 реакциядан тұрады. Жинақталған механизм басқа зерттелген механизмдермен салыстырылды. Соның ішінде Германиядаңы «Гейдельберг» университетінде докторлық дәрежесін қорғаған Крина Гегестің «C1-C4 Hydrocarbon Oxidation Mechanism» («C1-C4 көмірсутектерінің тотықтыру механизмі») атты диссертациясындағы тәжірибелік мәліметтермен салыстырылды.

Осы құрастырылған механизмді .xml форматқа ауыстырылып, PrIMe бағдарламалық комплексіне енгізілетін болады.

Алынған механизмнің құрамы мен реакциялардың тұрақтыларының мәндері арқылы табылған параметрлердің міндері [4] диссертациядағы және [5-8] мақалаларындағы жарияланған тәжірибелік мәліметтерімен салыстырылып, орындалған жұмыстың дұрыс бағытта келе жатқанын байқаймыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ю. Варнатц, У. Маас, Р. Диббл «Горение, физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ» Springer, 2001.// Пер. Сангл. Г.Л. Агафонова. Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2003.–352с.

[2] З.А. Мансұров, Б.А. Урмашев. Варнатц Ю., Маас У, Диббл Р. Жану. Физикалық және химиялық аспектілер, тәжірибелер, ластаушы заттардың пайда болуы: Оқулық / ауд.: З.А. Мансұров, Б.А. Урмашев. – Алматы, 2013. -540 бет.

[3] П.Г. Демидов, В.А. Шандыба, П.П. Щеглов «Горение и свойства горючих веществ» Москва, из. «Химия», 1973г. 248 с.

[4] CrinaI. «C1-C4 Hydrocarbon Oxidation Mechanism» Heidelberg, September 2006. -119 p.

[5] Н.С. Титова, П.С. Кулешов, А.М. Старик «Кинетический механизм воспламенения и горения пропана в воздухе» Москва, «Физика горения и взрыва», т. 47, № 3

[6] Z. Qin, V. V. Lissianski, H. Yang, W. C. Gardiner, Jr., S. G. Davis and H.Wang, “Combustion Chemistry Of Propane: A Case Study of DetailedReaction Mechanism Optimization,” Proceedings of the Combustion Institute, Volume 28, 2000. p. 1663–1669.

[7] S. G. Davis, C.K. Law and H.Wang “Propene Pyrolysis and Oxidation Kinetics in a Flow Reactor and Laminar Flames” Princeton, NJ 08544

[8] http://ignis.usc.edu/Mechanisms/USC-Mech

УДК 66.0-004.4

К.Е. Арыстанбаев, А.Т. Апсеметов, Е.С. Серкебаев
(Южно-Казахстанский Государственный университет им.М.Ауезова,
Шымкент, Республика Казахстан, erdesova@mail.ru Арыстанбаев К.Е.)

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

Цель работы: показать практическое применение решения задач с помощью моделирующей программы CHEMCAD в области изготовления лекарств промышленным способом, на примере производства этилацетата из уксусной кислоты и этанола, методом реактивной ректификации.
Ключевые слова: уксусная кислота, этанол, этилацетат, реактивная ректификация

Введение.

Чтобы быстро и эффективно решать прикладные задачи, поставленные в области химико-технологических процессов (ХТП) с применением вычислительной техники (ВТ) необходимо иметь:

- базу данных опорных констант веществ, участвующих в химико-технологическом процессе (молекулярная масса, критические температуры, давления, плотности, дипольные моменты, константы для расчета теплоемкостей и т.д.);
- подпрограммы методов расчета термодинамических и физико-химических свойств веществ и их смесей (парожидкостного равновесия, энтальпии, плотности, вязкости, теплоемкости, теплопроводности и т.д.);
- подпрограммы математических моделей аппаратов, включающие методы их расчета;
- программный модуль, обеспечивающий сборку отдельных аппаратов в единую систему заданной топологии;
- подпрограммы алгоритма структурного анализа;
- подпрограммы методов решения системы нелинейных уравнений;
- подпрограммы методов оптимизации;
- организационный программный модуль, обеспечивающий расчет элементов ХТС и передачу информации в последовательности, полученной в результате структурного анализа;
- интерактивные средства для взаимодействия пользователя с перечисленными подпрограммами, которые обеспечивают удобство ввода-вывода информации, наглядность ее представления.

Такой универсальный комплекс программ, работающий под управлением главной организующей программы, называется универсальной моделирующей программой. Поэтому в данной работе в качестве универсальной моделирующей программы выбран прораграммный продукт CHEMCAD.

Пакет моделирующих программ CHEMCAD представляет собой эффективный инструмент для компьютерного моделирования химико-технологических процессов при разработке, модернизации и оптимизации химических, фармацевтических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств [1].

Одним из самых сложных классов химико-технологических процессов являются процессы протекания химических реакций. Для исследования химической кинетики реакций наиболее целесообразно применять математическое моделирование, которое в полной мере применимо и к анализу биологических систем.

Использование приемов и методов формальной химической кинетики с помощью программного обеспечения CHEMCAD для исследования биотехнологических систем дает удовлетворительной совпадение между расчетными и экспериментальными данными. Это является важным доказательством принципиальной возможности использования формальной химической кинетики для моделирования поведения биотехнологических систем.

В данной статье приведены примеры решения задач с помощью моделирующей программы CHEMCAD в области изготовления лекарств промышленным способом, на примере производства этилацетата из уксусной кислоты и этанола, методом реактивной ректификации и моделирования кинетики химических реакций.

Программное обеспечение CHEMCAD

Программное обеспечение CHEMCAD включают в себя:

- Настраиваемые пользователем панели, рис.1;
- Панель CHEMCAD Explorer упрощает выбор расчетов материального баланса, теплового баланса и т.д.;
- Рабочее пространство для создания и работы с технологическими схемами (PFDs);
- Панель Message дает возможность наблюдать за диагностикой работы моделирования процессов;
- Панель инструментов облегчает доступ к общим задачам.

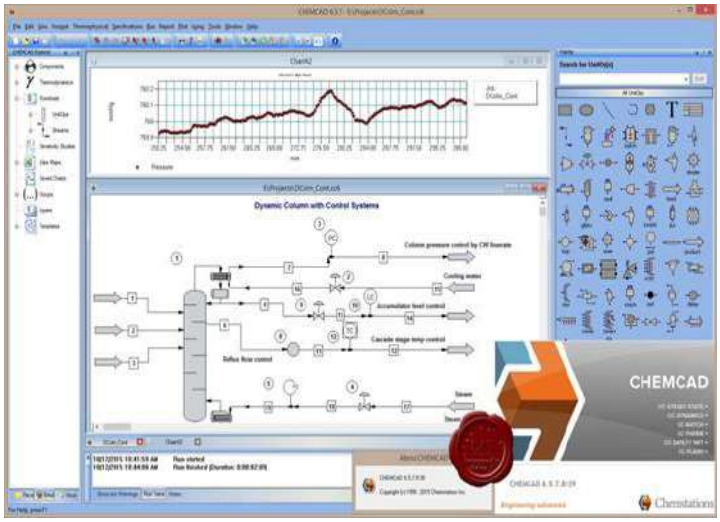


Рис. 1. Интерфейс программы CHEMCAD

CHEMCAD помогает решить основные расчеты в фармацевтическом производстве и завершить ежедневные задачи быстрее, повышая производительность выпускаемых лекарств.

CHEMCAD упрощает процессы, используемые в небольших проектах по улучшению работы потока.

CHEMCAD может быть использован в качестве основной программы в очень больших, текущих проектах, работающих плавно с другими программами.

Примеры использования программы CHEMCAD.

Рассмотрим пример получения этилацетата (этилового эфира уксусной кислоты).

Этилацетат – это бесцветная, прозрачная, летучая жидкость с резким запахом, используется как реагент и как реакционная среда в производстве фармацевтических препаратов (метоксазол, рифампицин и т.д.) [2].

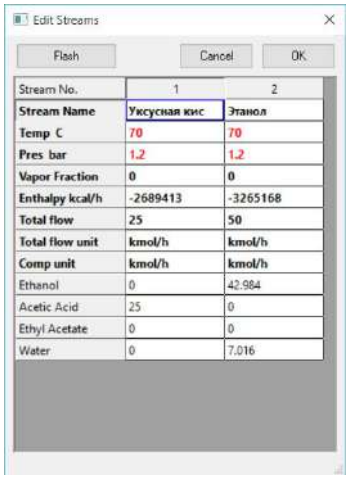
Получают этилацетат методом реактивной дистилляции. Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Исходные данные**

Поток №	1	2	3	4
Имя	Уксусная кислота	Этанол	Этилацетат	Вода
Молярный поток, кмол/ч	25.0	50.0	48.7	26.3
Массовый поток, кг/ч	1501.3	2106.6	3094.5	513.5
Температура, ºС	70.0	70.0	71.5	90.3
Давление, бар	1.2	1.2	1.0	1.0
Мольный состав фракций				
Этанол	0.00	0.86	0.35	0.05
Уксусная кислота	1.00	0.00	0.01	0.00
Этилацетат	0.00	0.00	0.50	0.00
Вода	0.00	0.14	0.14	0.95

Ход выполнения:

1. Запуск программы CHEMCAD;
2. Создание нового проекта «Производство этилацетата»;
3. Собрать технологическую схему получения этилацетата;
4. Вызвав команду Format/Engeneering Units, в качестве профиля единиц измерения выбрать систему единиц Alt SI:
5. Используя команду Thermophysical/Component List включить в список компонентов указанные в табл.1 вещества;
6. При помощи команды Thermophysical/K-Value, в качестве модели расчета равновесия задать модель NRTL;
7. Задать параметры потоков питания (рисунок 2);

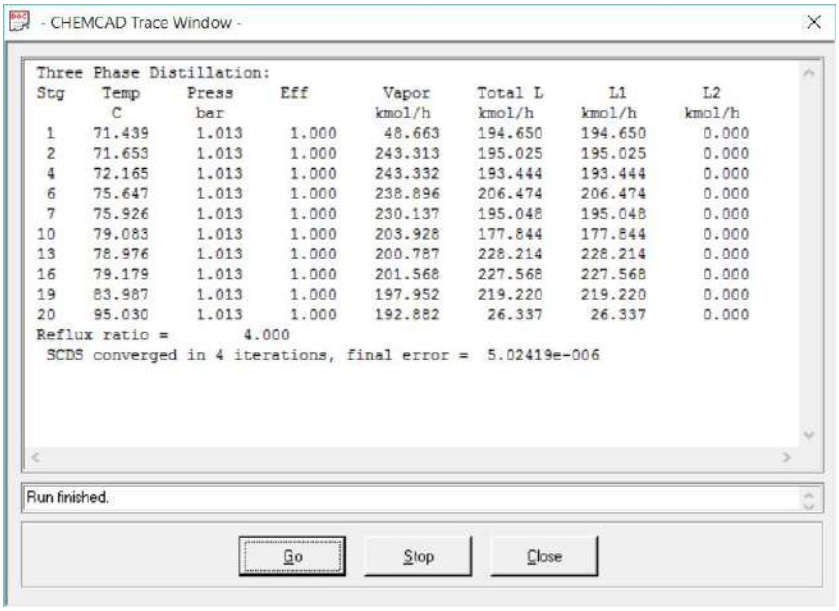


Stream No.	1	2
Stream Name	Уксусная кис	Этанол
Temp C	70	70
Pres bar	1.2	1.2
Vapor Fraction	0	0
Enthalpy kcal/h	-2689413	-3265168
Total flow	25	50
Total flow unit	kmol/h	kmol/h
Comp unit	kmol/h	kmol/h
Ethanol	0	42.984
Acetic Acid	25	0
Ethyl Acetate	0	0
Water	0	7.016

Рис. 2. Параметры потоков питания

8. Задать спецификации колонны:

Открыть окно модуля SCDS Distillation Column, вкладка General, внести соответствующие данные и перейти на вкладку Specifications. После внесения всех необходимых данных выполняем расчет схемы получения этилацетата (рисунок 3)




```
Three Phase Distillation:
Stg    Temp      Press      Eff        Vapor      Total L       L1         L2
         C         bar                 kmol/h      kmol/h      kmol/h     kmol/h
  1    71.439     1.013     1.000      48.663     194.650     194.650      0.000
  2    71.653     1.013     1.000     243.313     195.025     195.025      0.000
  4    72.165     1.013     1.000     243.332     193.444     193.444      0.000
  6    75.647     1.013     1.000     238.896     206.474     206.474      0.000
  7    75.926     1.013     1.000     230.137     195.048     195.048      0.000
 10    79.083     1.013     1.000     203.928     177.844     177.844      0.000
 13    78.976     1.013     1.000     200.787     228.214     228.214      0.000
 16    79.179     1.013     1.000     201.568     227.568     227.568      0.000
 19    83.987     1.013     1.000     197.952     219.220     219.220      0.000
 20    95.030     1.013     1.000     192.882      26.337      26.337      0.000
Reflux ratio =        4.000
 SCDS converged in 4 iterations, final error =  5.02419e-006
```

Рис. 3. Данные после симуляции

9. Сохранить проект «Производство этилацетата» (рисунок 4)

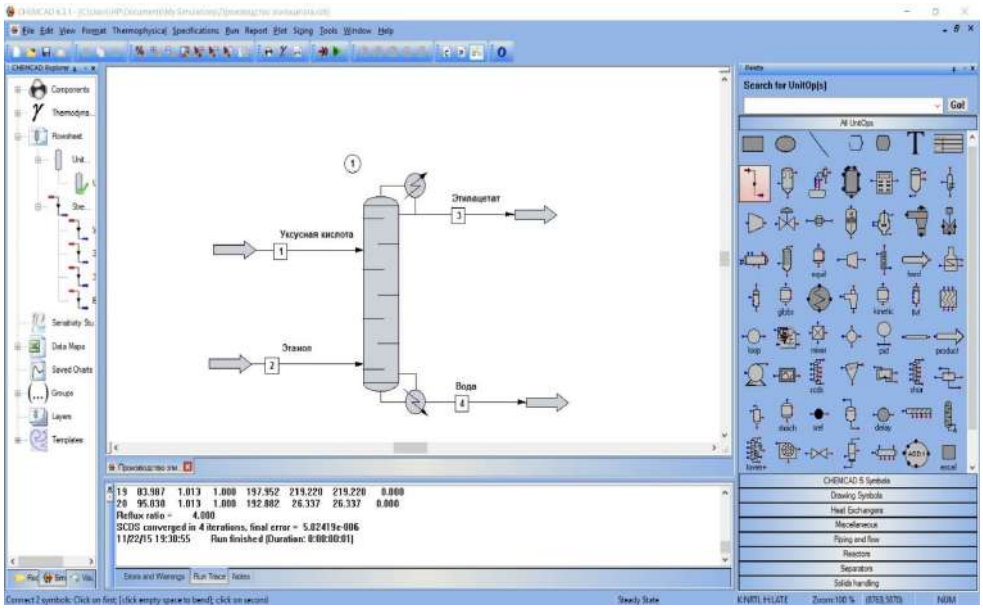


Рис. 4. Готовая модель установки реактивной дистилляции этилацетата

Моделирование кинетики химических реакций

Моделирование кинетики химических реакций выполняется на основании экспериментальных данных по накоплению продуктов реакции, полученных в эксперименте. В результате решения этой задачи можно определить основные параметры уравнения Аррениуса кинетики химических реакций:

$$r_i = A_i e^{-E_i / RT} * \prod_k^n \left(C_k\right)^{a_{ki}} \qquad (1)$$

где: r_i – скорость i-ой химической реакции; A_i – предэкспоненциальный множитель в i-ой реакции; E_i – энергия активации i-ой реакции; C_k – концентрация k-ого компонента в i-ой реакции; a_{ki} – порядок i-ой реакции для k-ого компонента.

Поэтому основой решения данной задачи является набор экспериментальных данных кривых расходования реагентов и накопления продуктов реакции для различных теплофизических условий протекания реакции.

Для раскрытия механизма реакции и построения его кинетической модели следует воспользоваться встроенным приложением CHEMCAD "Rate regression".

Вывод

Приведенные выше примеры решения задач моделирования и оптимизации процессов производства лекарственных средств показывают, как легко CHEMCAD может справиться с задачами реактивной дистилляцией и неидеальными системами. Уксусная кислота, этанол, вода и этилацетат образуют сложную термодинамическую систему с двумя жидкими фазами и паровой фазой объединения. Для инженера - технолога единственная задача правильно выбрать термодинамические модели, вступающие в реакцию равновесия или кинетические коэффициенты, указать колонну, с которой он будет работать, а CHEMCAD выполнит все остальные расчетные задачи связанные с моделированием химико-технологического процесса.

Поэтому CHEMCAD представляет собой эффективный инструмент для компьютерного моделирования химико-технологических процессов при разработке, модернизации и оптимизации химических, фармацевтических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Зиятдинов Н.Н., Лаптева Т.В., Рыжов Д.А. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad. Казань: Казан. гос. технол. ун-т. Сост., 2008. – 160 с.

[2] Шакиров Б.А., Арыстанбаев К.Е. Практическое применение моделирующей программы chemcad в технологии фармацевтического производства. Вестник ЮКГФА 2015; 4(73): 150-153.

Арыстанбаев К.Е., Апсеметов А.Т., Серкебаев Е.С.

Дәрілік заттарды өндіру процестерді модельдеу және оңтайландыру

Түйіндеме. Жұмыстың мақсаты: реактивті айдау әдісімен, мысал үшін сірке қышқылы және этанолдан этилацетатті өндірісі өнеркәсіптік әдісі симуляциялық бағдарлама CHEMCAD бар проблемаларды шешу практикалық қолдануды көрсету.

Кілт сөздер: сірке қышқылы, этанол, этилацетат, реактивті айдау

Apsemetov A.T., Arystanbayev K.E., Serkebaev E.S.

Simulation and optimization of processes of medicinal products

Summary. The aim is to demonstrate the practical application of solving problems with the simulation program CHEMCAD in the manufacture of medicaments industrial method for production example ethyl acetate from acetic acid and ethanol, by reactive distillation.

Key words: acetic acid, ethanol, ethyl acetate, reactive distillation

UDC 616-71:075

K.K. Makesheva, K. Muhamedali
(Kazakh national research technical university named after K.I.Satpayev,
Almaty, Republic of Kazakhstan, mami_yep@yahoo.com)

REVIEW OF APPROACHES AND METHODS OF DESIGNING ELECTRONIC STETHOSCOPE

Annotation. The article presents an analytical review, covering the latest achievements in the field of instrumentation. The main problem and discussed the methods of their solutions. Special attention is given to the systematization of the existing means and methods of designing an electronic stethoscope. It proposed structuring methods of treatment of cardio-respiratory components of the types of tasks, and discusses the advantages and disadvantages of different approaches. Results conclusions proposed assessment of the future development of the region. In the course of further research is planned to design the hardware of the device with the use of modern methods of information-measuring techniques and processing of medical data.

Keywords. Instrumentation, electronic stethoscope, information-measuring system, cardio-respiratory system, sensor, noise immunity, noise.

INTRODUCTION

Diseases of the broncho-pulmonary and cardio-respiratory system occupy a leading position on disability statistics in all countries of the world (especially those with a developed industry). In this regard, the relevance of the research in this domain is not in doubt, and work in this area to evolve with the development of computer technology, sensor type, methods of artificial intelligence in the field of diagnosis and decision-making telemedicine.

In particular, in the country and abroad for a long time carried out research in the field of design and operation, suitable for clinical application of objective acoustic diagnostic broncho-pulmonary and cardio-respiratory diseases.

Relevance. Devices and systems for medicine constantly improved and updated. This is due, on the one hand with the technological development of electronic databases and computer equipment, and on the other - with the advent of new medical technologies, the improvement of existing and the expansion of applications of medical technology.

The relevance of development auscultogram methods. Auscultography (AG)- physical method of medical diagnostics, consisting of sounds auscultation organs such as the heart, lungs, intestines, and for registration of tones of Korotkov. AG is based on recording and analyzing the sounds arising from its work and registered with the appropriate auskultometricheskogo device. At the moment, despite the increasing distribution of ultrasonic methods of research of the heart and lungs [1], hypertension continues to be widely used, due to its following advantages:

- AG - a non-invasive, safe and does not have any contraindications method;

- For the AG requires relatively inexpensive equipment.

In the last decade on the market electronic (digital) stethoscopes become available. In overall and acoustic parameters close to the best acoustic models. Electronic stethoscope consists of a microphone and a microcontroller. The microphone is in the device hdad and it is in contact with the patient's skin. Electronic stethoscopes according to manufacturers have additional functions such as amplification, noise immunity, audio-recorded audio files you can listen to a few times, in a different mode and transmit remotely and analyze.

Aimof the study was to investigate the means used in practice, ways and methods of mathematical analysis apparatus electronic stethoscopes.

MATERIALS AND METHODS

The works in the field of medical organizations, biotechnical and medical devices are theoretical and methodological bases of research[2]. The studies analyzed the instructions and guidelines for the establishment of medical devices [3]. During the studies used methods of system analysis.

Types of electronic stethoscopes (brief excursion)

Existing electronic stethoscopes depend only on the gains of the acoustic signal and transmitting auscultogramm. The electronic stethoscope concept is understood that the electronic components have been used in the first [4]. There are various kinds of electronic stethoscopes on the design and simulation of the hardware device, what is the use of modern electronic components. Below is a brief description of typical devices and methods auscultation (including sensors and materials) used in the present [4].

Means of registration information on respiratory noise

Acoustic devices allow to obtain diverse information about a person's health condition in general, and in particular the respiratory system. Instruments for auscultation on the principle of action are divided into acoustic and electronic. Recent expand capabilities of acoustic diagnostic, allowing it to increase the objective side, and keep the information for further analysis (including specialized software of modern computer systems of artificial intelligence and digital filtering).

To listen to the noise in the lungs and the heart usedstethoscopes orphonendoscopes, which differ from stethoscopes as having a membrane funnel or capsule. This method doesn't allow the operation simultaneously in several places on the surface of the chest. This significantly reduces the arsenal of diagnostic techniques used in medical practice on patients. Also obtained in the auscultation data about the actual structure of the respiratory sounds is irretrievably lost after the diagnosis is completed. The computer system of registration of breathing sounds allows you to save this information and reuse it to analyze and organize the data in the future. The timing and multi-channel of input data opens quality entirely new possibilities of processing and analysis [2].

At one time, electric stethoscopes with sound amplifier [5] have been developed, but they aren't widely used, since difficulty is so weak in hearing, but in the differentiation and proper interpretation of complex sounds on auscultation, that is only achieved on the basis of experience. Available in the present amplifiers don't provide a uniform amplification of all audio frequencies that causes it to distort. Stethoscope is a closed acoustic system in which the main conductor of sound is the air: in the case of communication with the outside air or the closure tube auscultation is impossible. Skin to which the stethoscope is applied funnel acts as a membrane whose acoustic properties vary from the pressure; by increasing the pressure on the skin funnel performed better high frequency sounds and conversely; when too much pressure decelerated fluctuations in the underlying tissues. The wide hopper better conducts low frequency sounds.

The source of the weak acoustic noise, defined as respiratory sounds (RS) are: trachea, bronchi and lungs. Itisprovedthat:

1. RS source should be considered as a distributed object, located in a closed housing, the fabric of which affect the passage of the acoustic waves;
2. the character of breath sounds change as the receiver position changes on the source of the body, as well as depending on the state of the source tissue;
3. the existence of multiple frequency bands for individual manifestations of auscultatory signs.

Analysis of the literature shows, that the frequency range of auscultation signs of a very wide frequency domain boundaries marked for certain types of auscultatory phenomena, intersect.

A simple device for auscultation is monaural stethoscope, which is a tube made of solid material, which has at the ends of the sockets in the form of funnels. During the auscultation one of the funnels is applied to an ear doctor, and the second funnel - the patient's body. The disadvantage of this device is its poor

sensitivity to high frequency sounds and the inconvenience of operation (which consists in the fact that the doctor have to bend to the patient, when listening to the lying position).

Binaural devices are considered a more convenient and sophisticated. If the head of such a device is a hollow funnel without a membrane, the device is called a binaural stethoscope, with a membrane - phonendoscope.

Below is a brief description of typical devices and methods auscultation (including sensors and materials), which are currently used.

1. *Phonendoscope - electronic stethoscope PhSE-1M* allows to transfer the data to a personal computer, research results are displayed on the screen. PSE-1M is a sensor based on piezo ceramic composite (ECO-1 volume piezo sensitivity 1400 - 1500 mV / Pa, capacitance 35 pF) [6].

2. *Noise-free acoustic sensor for a stethoscope* (Patent RU 2071726) [7]. The object of the invention is to reduce the level of vibration and acoustic noise in the sensor by means of their interaction compensation. The technical result is achieved in that the sensor stethoscope provided with a second air chamber formed by two coaxial cylinders of different height from the common plane cutting open ends, and a microphone configured differential and mounted in the closed end of the smaller cylinder to be in contact on each side of its membrane with the first and second air cameras. In this case, a signal proportional to the acoustic pressure difference in the inner cylinder in the cavity between the cylinders [8].

3. *Piezoceramicmembrane*. The main advantages of piezomembrane in comparison with the piezoceramic are its high elasticity, low specific weight, impact strength, the ability to manufacture sensing elements of large area, low resistance. The main tensile strain - compression of the piezoelectric element under the influence of sound pressure occurs in them in the direction of orientation of the membrane[9].

4. *Piezo transistor microphones* [10] are characterized by high sensitivity with small dimensions and fairly good frequency response, however, have a rather high noise level. To further enhance piezotransistor microphone is necessary to establish special transistor structures with low noise at low frequencies.

5. *Sensor of electronic phonendoscopes* (Patent RU 2188578)[11]. Sensor of electronic phonendoscopes, comprising a housing with cable crimping device coupled with a resonator made of a material with velocity of propagation of sound vibrations, greater speed of propagation of sound vibrations in the cable sheath and mounted in the housing electroacoustic transducer. Characterized in that the resonator housing firmly fastened, which tightly into the hole threaded cable, the casing is made of a material with velocity of propagation of sound vibrations. Equal to the speed of sound vibrations in the cable sheath, lying in the plane of the distal surface of the cavity is designed as a touch wide with several concentric ring grooves and in the body cavity from the inside of its opening to the outer surface of the through-holes are formed with a diameter less than 0.5 and not longer less than 5 mm.

6. *Wireless Electronic Stethoscope with Bluetooth technology*[12]. After making your selection on the wireless standard Bluetooth, and guided by the desire to preserve the adopted methodology of listening to conventional and electronic stethoscope, a block diagram of the new multi-functional scan tool has been developed. As a prototype wireless device acoustic control electronic stethoscope PhSE-1M with a sensor based on the piezoelectric ceramic composition was used. Using contact piezoceramic sensor fundamentally improves the removal of the acoustic signal from the desired surface area, excluding the impact of the external acoustic interference. However, the principle of the block diagram does not preclude the use of microphones, such as the sensor in the device for removing the acoustic wave.

7. *Electronic-acoustic interface for stethoscope* (RU 2383304)[13]. Electron acoustic interface comprises an acoustic transducer, comprising first and second flexible tube adapted to connect to a head of a stethoscope, the first microphone, the second tube amplifier and a power source located in the electronic transmitter housing and at least one speaker. Inserted inside the second tube and the third tube fixed sleeve, the second microphone is placed in the first tube, the first and second microphones are connected in series with the regulator, and balance differential amplifier. Use of the invention improves noise-free design, maintainability and ease of assembly, and also provide diagnostics in different frequency bands.

8. *Multi-channel electronic stethoscope* (Patent RU 2229843)[14]. Multichannel electronic stethoscope comprising an acoustic receiver, the filter unit, recorder, an analog-digital converter, block analysis unit and the reference tracks. Characterized in that the control unit has been entered, the first and second blocks of keys, which control inputs are connected to the corresponding output of the control unit.

The acoustic receiver and the filter unit made multichannel and connected in series, with their control inputs connected to respective outputs of control unit, an analog-digital converter and the analysis unit are made multichannel and connected in series, wherein the filter unit output via the first unit is connected to the

input of an analog-digital converter, multichannel recorder is made and connected to the output of the first key block, the block reference is made multichannel soundtracks.

The fundamental description of equipment for the study of the acoustic characteristics of the lungs and heart, allow us to solve the problem of the development and application of specialized acoustic technology found in works[15].

Methods of analysis of acoustic noise

The work [16] devoted to the study of the human respiratory system, and the development and technical resources for its diagnosis. In the work is given:

1. The tools of creation of hardware and software and the analysis of forced expiratory tracheal noise(FE).

2. A description of methods of analysis of respiratory noise parameters, including: methods for assessing the duration of tracheal FE noise, a method of estimating the spectrum of FE noise characteristics, methods of spectral characteristics of the evaluation conducted by the vocal noise and noise during light percussion.

3. The results of the experimental evaluation of the effectiveness of the developed diagnostics of hardware and software, and methods of analysis parameters in the diagnosis of bronchial obstruction, focal pneumonia.

4. Describes a method and algorithm of the pre-treatment of transient noise in order to isolate them from the short quasi-stationary segments, which are formed from "typical" for the specific conditions quasi-stationary signals implementation.

5. Describes the method of parameterization (allocation of measurable informative features) 'typical' realizations of acoustic signals, based on measurements of the spectral density, averaged over a narrow frequency bands conjugate their energy spectrum.

6. Describes how to determine the information content of extracted features that do not require the construction of decision rules in advance, and the formation of the optimal set of informative characteristics, providing acceptable representativeness (compactness decision rules while maintaining the reliability of recognition).

Offered scientists Kutuzov A.A.[16], the algorithms and sell their software are the main core for software identification systems, diagnostics and non-destructive testing of complex technical and natural objects by acoustic noise and vibration.

The continuation of this work can be considered as proposed in [17] the possibility of a comprehensive diagnosis of lung conditions of the patient by setting the degree of affiliation unknown state to a class known on the basis of fuzzy representation of diagnosable symptoms. Information is recorded or from points on the surface of the chest, above the projection lung or trachea region. Then, using a Fast Fourier Transform spectrum is constructed at a resolution of 1 Hz, at certain locations which are determined by the frequency band with center frequency tuning and a predetermined width. The bands obtained by spectral components calculated intensity of 1 Hz, which are summed and the result is divided by the number of spectral components with a resolution of 1 Hz, within the frequency band.

Thus, a sequence of parallel binary code that determines the frequency of occurrence with a message creates code that correlates with definitely diagnosed condition.

Disadvantage a hike should be considered include the signal spectrum limit to 600 Hz, which corresponds to the area of ultra-low sound frequencies. To eliminate this disadvantage it is necessary either to extend the frequency range (which will lead to substantial loss of performance of the computational process) or go by all the registered range to 600 reference points and to apply, in the future, the author proposed a search algorithm solving classification rules.

Thus, the existing methods of analysis conducted by the hardware and analyze acoustic signals to determine the states of complex objects showed that they do not have to determine whether functionality for accurate identification. Most real objects according to their acoustic noise due to non-stationary signals these short time intervals, requiring specific research methods and implement their software and hardware in terms of variability and stochastic signals, which will be the definition of the states of objects.

The main problems in the development of methods and algorithms for identifying and diagnosing conditions of complex objects by acoustic signals are stochastic and lack of stationarity of the analyzed signal, which determines a significant variation in their spectra. Due to the consideration proposed to restrict the retrospective analysis on short time intervals and combine the process of identifying the state with the cor-

rection of a set of informative indicators, which is essentially the acquisition of new knowledge system analysis and management methodology in accordance with the autonomous artificial intelligence [18].

Disadvantages associated with the reality of training and be recognized by the short time series system can be largely offset by a very harmonic algorithmmethod of organizational group[19,20].

According to [21] for listening to noises in the light uses 16 sensors: of eight on his back and chest. The paper assumes the following sequence of accumulation, recording and data modeling. Using sensors installed on the surface of the chest and back, as shown in Figure 1, occurs noise reception. This data can then be processed on a computer with special software packages simulation programs.

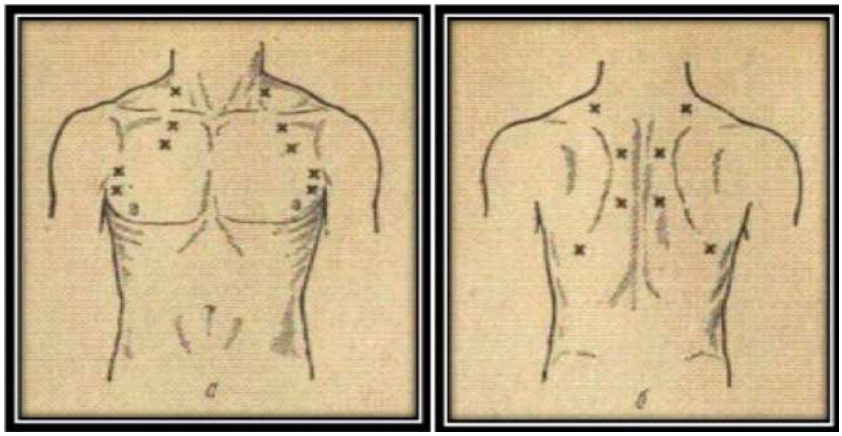


Figure 1. Scheme of the location of the respiratory sensor

It is now possible to use modern technology of virtual modeling and prototyping, in particular, the software package Adobe Audition, allowing in many cases able to replace long-term field experiments at the design stage. Thanks to the presentation of the noise spectrum and the spectral density in the form of plots. Designed for multi-channel system is not invasive monitoring and diagnosis of the condition of the respiratory tract based on acoustic information about the breathing sounds include:

1. Highly sensitive sensors for recording the respiratory sounds.
2. PC processor unit installed on the ISA bus, a specialized 16-bit board analog-digital converter.
3. A package of special applications for the analysis of the results.

Register respiratory sounds made by a high-sensitivity with low noise preamplifiers piezoaccelerometers. With preamp outputs signals are sent to the information differential inputs 8 channel ADC card, where they are pre-filtering and synchronized across all channels conversion to 16-bit digital codes at a predetermined sampling rate. For digitizing the signal using sigma-delta ADC with integrated antialiasing filter for elimination of aliasing effects.

CONCLUSION

The article presents an analytical review of modern electronic stethoscopes. It proves the relevance of their use not only in medicine but also problems in several related areas, such as noise-immune auscultogramm processing, identification of breathing patterns, medical instrumentation and etc. The advantages and disadvantages of different approaches and in addition to these are the definition and ordering modern methods of construction of medical devices and systems.

Based on the directions of improving the relevance of medical devices and systems, the authors plan to design an electronic stethoscope with the use of modern methods of information-measuring technology and bio-information processing.

REFERENCES

[1] Akusticheskayadiagnostikazabolevanylegkikh: vozmozhnostimetodoviperspektivyrazvitiya. – URL: http://medcomputer.ru/view_page.php?page=58 (data obrashcheniya 20.07.2016).

[2] Rangayyan R.M. Analizbiomeditsinskikhsignalov. Prakticheskypodkhod / perevod s anglyskogo pod red. A.P.Nemiroko.-M.: FIZMATLIT. 2007.- 440 s.

[3] Willis J. Tompkins Biomedical digital signal processing.- New Jersey: Wiley. 2000. – 378p.

[4] ShpakYa.V., Martynyuk T.V., Kolesnikov I.V. Auskultatsiyakardiologii: prodolzheniyeistorii, nachavsheysyadvesti let nazad // Serdtseisosudy. – 2013. - №2. – S.113-119.

[5] Elektronno-akusticheskyinterfeysdlyastetoskopa // Inforrmatsionny portal rossyskikhizobretateley.– URL: http://bankpatentov.ru/node/24729 (data obrashcheniya: 10.07.2016).

[6] Apparatno-programmnyesredstvadlyatelemeditsiny. – URL: http://fela-control.ru/other/70-fonendoskop-fse-1m.html (data obrashcheniya: 18.09.2016).

[7] Grinchenko V.T., Vinogradny G.P., Makarenkova A.A. Datchikdlyaauskultatsiinaosnoveakusticheskogopyezokeramicheskogosterzhnevogopreobrazovatelya. – M.: VNIITEMR, 1990. – 80 s.

[8] Pomekhozashchishchennyakusticheskydatchikdlyastetoskopa. – URL: http://www.findpatent.ru /patent /207/2071726.html (data obrashcheniya: 15.09.2016).

[9] O priyomnikakhzvukovykhvolnnaosnovepyezopolimernoyplyonki. – URL: http://www.akzh.ru/pdf/19931_61-66.pdf (data obrashcheniya: 25.08.2016).

[10] Zarkhin V.I., Kolomytsev B.M. Chuvstvitelnyeelementyimikrofonynaosnovepyezotranzistorov. – URL:http://akzh.ru/pdf/1969_2_223-228.pdf (data obrashcheniya: 19.09.2016).

[11] Datchikelektronnogostetofonendoskopa. – URL: http://findpatent.ru/patent /218/2188578.html (data obrashcheniya: 20.09.2016).

[12] Priboryakusticheskogokontrolyadlyatelemeditsiny. – URL: http://pandia.org/text /77/308/51168.php (data obrashcheniya: 8.08.2016).

[13] Elektronno-akusticheskyinterfeysdlyastetoskopa. – URL: http://fi ndpatent.ru /patent/238/2383304.html (data obrashcheniya: 20.08.2016).

[14] Mnogokanalnyelektronnystetoskop. – URL:http: //findpatent.ru/ patent /222/2229843.html (data obrashcheniya: 22.09.2016).

[15] Makarova M.S. Apparaturadlyaissledovaniyaakusticheskikhkharakteristiklegkikh. – URL: http://ilab.xmedtest.net/?q=node/5557 (data obrashcheniya 11.09.2016).

[16] Kutuzov A.A. Identifikatsiyaidiagnostikasostoyanyprirodnykhitekhnicheskikhobyektovpoakusticheskimshumam: dis. … kand. tekhn. nauk. – Kursk, 2006. – 190 s.

[17] Artemenko N.M. Raspoznavaniyesostoyaniyalegkikhchelovekapoizdavayemomuimiakusticheskomushumu // Izvestiya Yugo-Zapadnogouniversiteta. Seriya: Upravleniye, vychislitelnayatekhnika, informatika. Meditsinskiyepribory. –2015. – № 2(15). – S. 94-98.

[18] Zhdanov A.A. Avtonomnyiskusstvennyintellekt. – M.: BINOM, Laboratoriyaznany, 2009. – 359 s.

[19] Orlov A.A. Printsipypostroyeniyaarkhitekturyprogrammnoyplatformydlyarealizatsiialgoritmovmetodagruppovogouchetaargumentov // Upravlyayushchiyesistemyimashiny. – 2013. – № 2. – S. 65-71.

[20] Spravochnikpotipovymprogrammamodelirovaniya / pod red. A.G. Ivakhnenko. – Kiyev: Tekhnika, 1980. – 144 s.

[21] MalyshenkoI.Yu. Novyeklinicheskiyevozmozhnostipnevmofonografii. 1999. – 24 s.

Макешева К.К., Мұхамедәлі Қ.

Электронды стетоскопты құрастырудың әдістері мен тәсілдеріне шолу

Аңдатпа. Бұл мақалада(жұмыста) аспап жасау саласында қол жеткізген соңғы нәтижелерді қамтитын аналитикалық шолу көрсетілген. Негізгі мәселелер қарастырылып, оларды шешудің әдістері талқыланды. Электронды стетоскопта қолданылатын тәсілдер мен оны құрастырудың әдістерін жүйелеуге ерекше назар аударылды. Кардио-респираторлы құраушыларды өңдеудің әдістерін шешілетін тапсырмалардың түрлеріне қарай өзара орналастыру(құрылымға келтіру) ұсынылған, сонымен қатар, әртүрлі тәсілдердің артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылған. Тұжырымдар жасалып, саланың болашақта шарықтау бағасы ұсынылды(немесе болашақта дамуы бағаланды). Алдағы зерттеулер барысында ақпаратты-өлшеу техникалары мен медициналық ақпараттарды өңдеудің заманауи әдістерін пайдалана отырып, аспаптың аппараттық бөлігін құрастыру жоспарлануда.

Кілттік сөздер.Аспап жасау, электронды стетоскоп, ақпаратты-өлшеу жүйесі, кардио-респираторлық жүйе, датчик, шуылға төзімділік, шуылдар.

Макешева К.К., Мухаммедали К.

Обзор подходов и методов конструирований электронных стетоскопов

Аннотация. В статье представлен аналитической обзор, охватывающий последние результаты, достигнутые в области приборостроение. Рассматриваются основные проблемы и обсуждаются методы их решения. Отдельное внимание уделяется систематизации существующих способов и методов конструировании электронного стетоскопа. Предлагается структуризация методов обработки кардио-респираторных компонентов по типам решаемых задач, а также обсуждаются преимущества и недостатки различных подходов. Приведены выводы, предложена оценка будущего развития области. В ходе дальнейших исследований планируется констру-

ирование аппаратной части прибора с применением современных методов информационно-измерительной техники и обработки медицинских данных.

Ключевые слова. Приборостроение, электронный стетоскоп, информационно-измерительная система, кардио-респираторная система, датчик, помехоустойчивость, шумы.

УДК 004.8

Г. Жомартқызы
(Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, zhomartkyzyg@gmail.com)

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ

Аннотация. Разработка любой системы по управлению знаниями связана с проблемами хранения корпоративных знаний. Данная статья посвящена вопросам разработки моделей представления знаний и создании баз знаний, которые являются связующими звеньями компонентов разрабатываемых систем. Представлена формальная модель, основные характеристики и функций онтологии.В работе дается обзор методологиям разработки прикладных онтологий. Описан процесс разработки и сопровождения онтологии процесса «KnowledgeMetaProcess» методологии разработки и сопровождения СУЗ. Приводится обзор распространённых направлений использования онтологий.

Ключевые слова:онтология, онтологический инжиниринг, базы знаний, логический вывод.

1. Ввдение. Разработка систем, основанных на знаниях, связана с разработкой **моделей представления знаний** и созданием **баз знаний**, которые являются связующими звеньями компонентов разрабатываемых систем [1]. Разработка любой системы по управлению знаниями затрагивает проблемы хранения корпоративных знаний и является следующим этапом после автоматизации процессов обработки данных.

Инженерия знания – направление искусственного интеллекта, связанное с добычей и формализацией знаний. Инженерия знания - это проектирование и разработка баз знаний. Инженерия знаний – наука о методах и технологиях получения, структурирования и формализации данных и знаний для эффективного управления и разработки автоматизированных систем.

Существуют различные подходы, модели и языки описания данных и знаний, такие как: продукционные модели, семантические сети, фреймы, формальные логические модели. Однако все большую популярность в последнее время приобретают **онтологии**.На сегодняшний день онтологии вызывают особый интерес у исследователей искусственного интеллекта [28].

Грубер Т. сформировал определение понятия «онтология» - «Онтология – это явная спецификация концептуализации» [2]. В 1998 году Studer и др. сформулировали следующее определение: «Онтология является явной формальной спецификацией согласованной концептуализации» [3].

2. Онтологический инжиниринг. Дисциплина, которая исследует принципы, методы и инструменты для инициирования, разработки и сопровождения онтологий называется **онтологический инжиниринг**.

Онтологический инжиниринг развивает основные положения инженерии знаний – науки о моделях и методах извлечения, структурирования и формализации знаний [4].

Онтологический инжиниринг – это методология и технология проектирования, разработки и использования онтологий для структурирования и тиражирования знаний в различных предметных областях и приложениях [5].

Разработка онтологий состоит из следующих шагов: извлечение знаний, структурирование знаний, формализация знаний и реализация.

Что такое концептуализация. Формальное представление знаний основывается на разработке концептуальной модели/концептуализации, которая является абстрактной, упрощённой моделью,

рассматриваемой предметной области. Концептуализация является абстрактной, упрощённой моделью некой предметной области.

Под «согласованной концептуализацией» подразумевается согласованное понимание концептуальной модели определённым сообществом. «Спецификация» – это некий язык для обозначения элементов концептуализации, т.е. описание системы понятий в явном виде. Понятие «Формальная спецификация» подразумевает, что концептуальная модель задана на формализованном языке.

Под онтологией понимается явное описание множества объектов и связей между ними. Формально онтология состоит из понятий терминов, организованных в таксономию, их описаний и правил вывода.

Онтология вместе с множеством индивидуальных экземпляров классов составляют **базу знаний**.

Онтология или концептуальная модель предметной области состоит из таксономии понятий предметной области, связей между ними и привил, которые действуют в рамках этой модели.

Формальная модель онтологии описывается следующим образом:

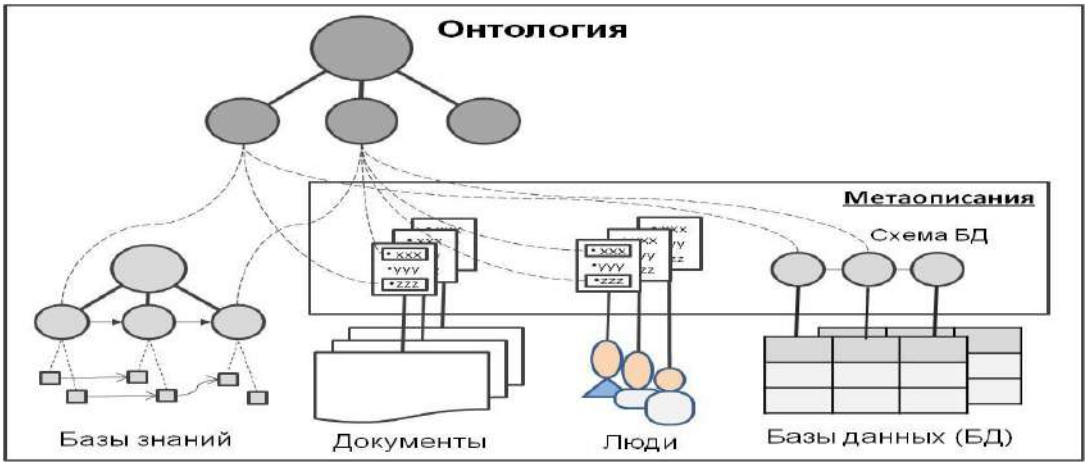
$$O = < C, P, R, A >$$

где:

C – конечное множество понятий (классов) предметной области; P – конечное множество свойств этих понятий; R – конечное множество связей между понятиями; A – множество аксиом или утверждений, построенных из этих понятий, их свойств и связей между ними.

Особо важным характеристическим свойством онтологии является наличие представление родовидовых отношений между классами объектов – таксономии классов.

Онтология вСУЗ задаёт структуру базы знаний организации, обеспечивает доступ к её содержимому, используется как общая схема для интеграции различных баз данных (рисунок 1).



Источник: Кудрявцев Д.В., 2010

Рис. 1. Интегрирование разнородных источников информации

В результате при возникновении потребности в знаниях сотруднику организации не требуется осуществлять поиск по разным источникам. Онтология позволяет получить доступ ко всем необходимым знаниям по требуемой теме, вне зависимости от формы представления знаний.

3. Методология онтологического инжиниринга. Дисциплина, которая исследует принципы, методы и инструменты для инициирования, разработки и сопровождения онтологий называется онтологический инжиниринг.

Онтологии является ключевым активом в управлении знаниями для решения таких вопросов как: поиск, интеграция информаций, отображение ресурсы знаний.

Моделирование проблемы обеспечиваются онтологией путём формальной концептуализацией предметной области, совместно используемая группой людей в организации.

Методология онтологического инжиниринга как часть онтологического инжиниринга рассматривает процессы и методологические аспекты онтологического инжиниринга, т.е. руководящие принципы и рекомендации для разработчиков онтологий.

В работе [6] Sure Y. и др. предложена методология разработки и сопровождения СУЗ, в которой процесс «KnowledgeMetaProcess» описывает разработку и сопровождение онтологии (рисунок 2).

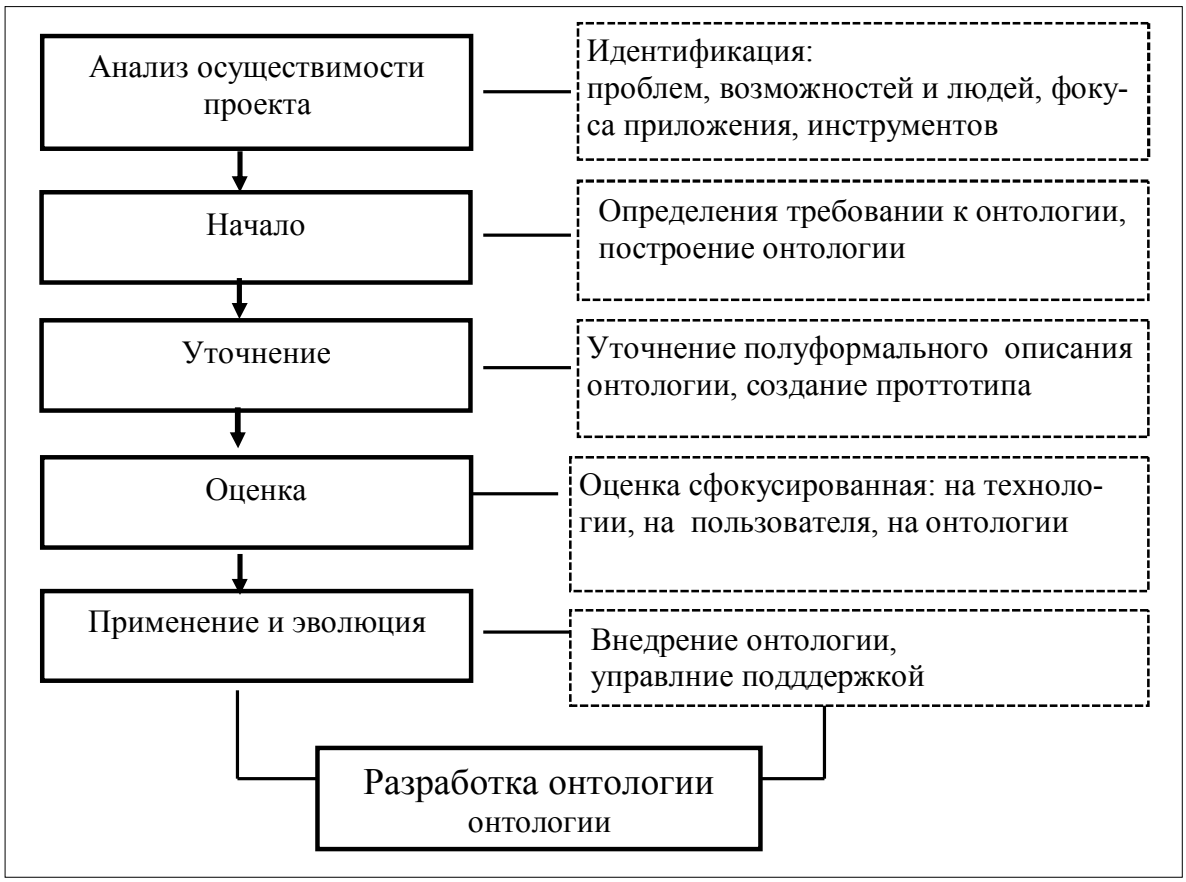


Рис. 2. Процесс разработки и сопровождения онтологии

Мета процесс знаний («KnowledgeMetaProcess») состоит из пяти основных этапов, каждый из которых имеет многочисленные подэтапы, требующие принятия решения в конце каждого для достижения последующих результатов:

- анализ осуществимости проекта (feasibilitystudy);
- начало (kickoff);
- уточнение (refinement);
- оценка (evaluation);
- применениеиэволюция (application and evolution).

Поток процессов направляется к УЗ-приложениям, которые связаны с онтологией.

В [2] Грубер предложил свою методологию разработки прикладных онтологий. Данная методология подобна принципам построения реляционных баз данных и состоит из следующих принципов:

- **ясность** - содержание концептуальной схемы должно быть, насколько это возможно, отражено в онтологии;

- **совместимость** - онтология должна быть совместимой, т.е. выводы, которые можно сформировать из определённых понятий и соотношений между ними должны быть совместимы с

первоначальным определением (совместимость также должна поддерживаться и для описанных неформально понятий);

- **расширяемость** - онтология должна быть спроектирована так, чтобы её без дополнительных усилий можно было бы использовать в разделяемых онтологиях;

- **минимальная зависимость** от кодирования - проектируемая концептуальная схема не должна зависеть от конкретного языка, который используется для записи формализованного описания;

- **минимальная онтологическая фиксация** - онтология должна, насколько это возможно, содержать меньше фактов, предоставляя таким образом, возможность использования онтологии в других онтологиях.

Необходимо также учесть в онтологическом инжиниринге следующие существующие критерии оценки результатов онтологического инжиниринга [6]:

– функциональная полнота (FunctionalCompleteness): представлена ли в онтологии вся необходимая для решения поставленных задач информация;

– общность (Generality): в какой мере в онтологии разделены различные активности, такие как, например, проектирование и производство или разработка и маркетинг, является ли онтология ориентированной на определённый сектор (например, производство) или на разные сектора (например, продажи, финансы и т.п.);

– эффективность (Efficiency): поддерживается ли в онтологии эффективный вывод (например, по необходимой для этого памяти и времени) или для этого требуются определенные преобразования онтологии;

– ясность - понятность (Perspicuity): является ли онтология настолько легко понимаемой пользователями, чтобы использоваться во всех подразделениях моделируемого бизнеса, является ли представление онтологии «самодокументируемым»;

– точность/детализация (Precision/Granularity): является ли базовое множество онтологических примитивов «разделённым» или они пересекаются по смыслу, поддерживает ли представление вывод на разных уровнях абстракции и детализации;

– минимальность (Minimality): содержит ли онтология минимально необходимое число объектов.

Существуют и другие методологии онтологического инжиниринга: методология Грунингера и Фокса [6, 7] развивает концепцию Грубера; методология построения онтологий BORO разработана Крисом Партиджем для решения задач существующих информационных систем в информационные модели [8].

На современном этапе развития в системах управления знаниями онтологии в основном используются для создания схемы данных, поиска, семантического анализа, интеграции разнородной информации, моделирования и систематизации знаний.

В качестве наиболее распространённых направлений использования онтологий можно указать следующие направления.

Онтология как общий словарь (CommonVocabulary) для описания информационных ресурсов, а также общения сотрудников.

Онтология для решения поисковых задач (Search). Поисковая машина будет выдавать только такие ресурсы, где упоминается в точности искомое понятие онтологии. Современные поисковые системы выдают ссылки на произвольные страницы, в тексте которых встретилось искомое многозначное ключевое слово. На техническом языке это может называться сужением области поиска. Онтологии дают возможность производить запросы на основе понятий, а не на основе совпадения строк.

Указатель (SystematizedIndex) - в данном применении онтологии используются в качестве структурированного указателя на ресурсы. Онтология предоставляет возможности для навигации (рисунок 3). Иерархия понятий онтологии может быть использована для расширения запроса, добавления более общих и более частных понятий.



Источник: Кудрявцев Д.В., 2010

Рис. 3. Использование онтологии в качестве общего словаря и указателя

Онтология как посредник для интеграции знаний (MediaforKnowledgeSharing) позволяет интегрировать знания, находящиеся в различных источниках (документы, базы данных и знаний, сотрудники). Потребителями интегрированной информации могут быть как люди, так и программы.

Особый интерес вызывает применение онтологий для выполнения **семантического анализа**. Наиболее часто данная задача реализуется для автоматической классификации объектов онтологии с помощью инструментов логического вывода. В онтологической модели к знаниям может быть применён **автоматизированный логический вывод**.

Формализованная онтологическая модель позволяет проводить автоматическую классификацию, проверку на наличие ошибок и может использоваться для поддержки принятия решений.

Использование онтологии программными агентами при решении рутинных умственных задач, которое было предложено в рамках концепции семантического веба (SemanticWeb), также относится к семантическому анализу на основе онтологий. Также в современных приложениях онтология используется для визуализации информации с целью поддержки работ по анализу.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб: Питер, 2000. – 384 с.

[2] Gruber T.R. ATranslation Approach to Portable Ontologies //Knowledge Acquisition, 1993. – Vol. 5, N. 2. – P. 199–220.

[3] Studer R., Benjamins R., and Fensel D. Knowledge engineering: Principles and methods //Data & Knowledge Engineering, 1998. – Vol. 25(1–2). – P. 161–198.

[4] Негри А.А., Колесникова Е.В., Барчанова Ю.С. Концепция проекта агрегирующей аналитической информационной системы для работы с наукометрическими база миданных //Information technologies in education, science and production. – 2013. – № 4(5). – С. 52-56.

[5] Sure York, Staab Steffen, and Studer Rudi. Ontology Engineering Methodology //Handbook on Ontologies, International Handbooks on Information Systems, DOI 10.1007/978-3-540-92673-3. - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. –P. 135-152.

[6] Fox M.S., Chionglo J.C., Fadel F.G. A Common-Sense Model of the Enterprise //Proceedings of the Industrial Engineering Research Conference, 1993. -P. 425-429.

[7] Gruninger M., Fox M.S. The role of competency questions in enterprise engineering //Proceedings of the IFIP WG5.7 workshop on benchmarking – theory and practice, 1994.

[8] Partridge C. Business Objects: Re-engineering for Reuse. - The BORO Centre, 2005. – 416 p.

Жомарткызы Г.

Онтологиялық инжиниринг және білімді басқару

Түйіндеме. Білімді басқарудың кез-келген жүйесін әзірлеу корпоративті білімді сақтау проблемасымен байланысты. Мақалада білімді сипаттау моделін және білім базасын әзірлеу сұрақтары қарастырылған. Онтологияның формальді моделі, негізгі қасиеттері және қолдану қызметтері көрсетілген. Бұл жұмыста қолданбалы онтологияларды әзірлеу методологияларына шолу жасалған. Білімді басқару жүйесі әзірлеу методологиясында қолданылатын «Knowledge Meta Process» үдерісіндегі онтологияны дайындау үдерісі сипатталған. Онтологияларды қолдану бағыттары қарастырылған.

Түйінді сөзердер: онтология, онтологиялық инжиниринг, білім базасы, логикалық қорытынды.

Zhomartkyzy G.

Ontology Engineering and Knowledge Management

Summary.The development of any knowledge management system is related to problems of storing corporate knowledge. This article is devoted to the development of knowledge representation models and the creation of knowledge bases which are connecting links of system's components. This paper presents a formal model, main characteristics and functions of ontology, gives an overview of applicable ontology development methodologies. It also describes the process of development and maintenance of "KnowledgeMetaProcess" ontology as well as methodologies of knowledge management system development and maintenance. Some common uses of ontologies are considered.

Key words:ontology, ontological engineering, knowledge base, inference.

УДК658.3:001.895

О.М. Жаркевич, О.А. Нуржанова, А.М. Байтукова
(Карагандинский государственный технический университет,
Республика Казахстан)

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Аннотация. В статье приведен инновационный цикл обеспечения качества. Описаны базовые принципы управления качеством инновационных проектов. Представлены главные причины снижения качества научно-исследовательского и производственного потенциала страны. Приведены показатели для оценки эффективности управления качеством проектов иосновные задачи управление качеством инновационной продукции.

Ключевые слова: инновационные проекты, качество, концепции.

Повышение качества продукции – один из основных критериев эффективности протекания инновационных процессов на промышленном предприятии. Повышение качества продукции считается основой ее конкурентоспособности и динамичного поступательного развития производства. Качество продукции объединяет всю цепочку от производителя до потребителя продукции и проходит красной нитью через жизненный цикл продукции.

Для разработки эффективной инновационной стратегии субъектов хозяйствования необходимо рассмотреть содержание критерия «качество инновационной продукции» в рамках современных представлений о критериях оценки качества как комплексной категории, совокупно отражающей технико-экономические, социальные, экологические, интеллектуальные, менеджерские (управленческие) и другие аспекты всех стадий жизненного цикла[1].

Известны различные концептуальные подходы к определению содержания критерия «качество продукции».

Качество продукции, согласно определению международного стандарта ИСО 8402 – это совокупность свойств и характеристик изделия, которые придают ему способность удовлетворять обусловленные потребности. В управлении качеством продукции главным является его сопоставление с характером распределения потребностейв пространстве и времени, что и определяет эффективность изделия.

Спецификой категории «качество» в отношении инновационных продуктов является безусловное наличие нового компонента хотя бы на одной из стадий жизненного цикла. Как правило, современные инновационные технологии обеспечивают достижение экономических, материальных, экологических и других преимуществ выпускаемой продукции и в ряде случаев приводят к производству принципиально новых продуктов, не имеющих аналогов.

Особая роль в содержательном объеме концепции качества инновационной продукции принадлежит интеллектуальному обеспечению, которое является многокомпонентным продуктом творческого процесса на основании практического применения достижений фундаментальных и прикладных наук, системы подготовки персонала в рамках базового и специализированного обучения в вузе, магистратуре, докторантуре и других формах последипломного образования. Высокоэффективные предприятия для обеспечения конкурентоспособности продукции в качестве основного компонента производственной деятельности вводят интеллектуальное обеспечение всех стадий жизненного цикла

продукции. Понятие «интеллектуальное обеспечение» включает комплекс мероприятий по разработке и применению наукоемкой научно-исследовательской продукции в виде новых материалов, технологий, оборудования, систем управления, контроля и реализации на основе использования и развития квалификационного потенциала производственного и управленческого персонала[2].

Для реализации концепции качества инновационной продукции целесообразно творческииспользовать накопленный опыт двух взаимопроникающих подходов кпрактическому воплощению основных компонентовэтого многоаспектного понятия, базирующегося наидеологии TQM (TotalQualityManagement).

Методология управления качеством инновационной продукции, базирующаяся на фундаментальных принципах материально-технического, конструкторско-технологического и организационного обеспечения, дополняется важнейшим компонентом – интеллектуальным обеспечением, представляющим комплексное использование фундаментальных и прикладных исследований в различных областях знаний для формирования эффективного жизненного цикла машиностроительной продукции.

В результате достигается формирование инновационного цикла обеспечения качества продукции не только на предприятии-производителе, но и на региональном и межрегиональном уровнях (рисунок 1).

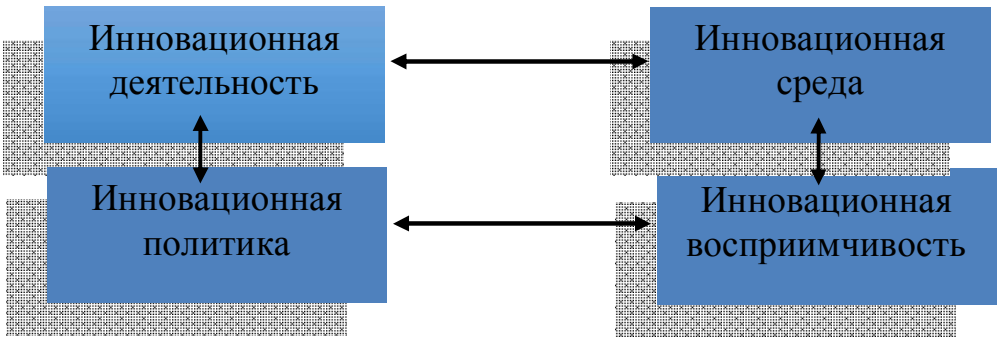


Рис.1. Инновационный цикл обеспечения качества

Управление качеством инновационной продукции включает элементы интеллектуального обеспечения, основанные на высоком уровне базовой подготовки персонала, развиваемой перманентной специальной подготовкой. Это не только способствует вовлечению персонала в инновационную деятельность по повышению качества, но и формированию благоприятного окружения рынка потребления [5].

Главная причина снижения качества научно-исследовательского и производственного потенциала страны кроется в вялости и неэффективности реформаторской деятельности государства, в том, что значительная часть предпринимательской активности направлена не на рост науки и производства, а на личное обогащение. Научно-техническая сфера оказалась не готовой к работе в рыночных условиях. Научно-технические разработки далеко не всегда становятся инновационным продуктом, готовым для производства и эффективной реализации. Конкурентоспособность отечественной продукции напрямую связана с развитием и организацией управления инновационной деятельности. В отечественной практике управление инновационными проектами, то есть процессом осуществления инноваций требует необходимости создания методов управления, предусматривающих формирование и организацию комплекса взаимоувязанных мероприятий, обеспечивающих эффективное решение конкретных научно-технических задач, выраженных в количественных и качественных показателях и приводящих к созданию конкурентоспособной продукции.

В условиях низкой конкурентоспособности отечественных товаров только активизация инновационной деятельности может привести к повышению качества научно-исследовательских работ и росту производственно-технологического потенциала страны. Для этого потребуется наладить механизм коммерциализации разработок: отбирать для разработки лишь перспективные проекты и продвигать вновь созданные продукты на мировой рынок. В современном мире эффективная инновационная деятельность невозможна без организации грамотного управления ею. Каждая организация

должна создавать систему управления качеством и конкурентоспособностью своих разработок, ориентированную на работу в рыночных условиях. Творческое инновационное мышление должно иметь четкую определенную цель при разработке перспективных идей, быть свободным от влияния управленческой бюрократии. Только в таких условиях можно полностью реализовать потенциал казахстанской науки.

Управление качеством проектов создания инновационной продукции должно осуществляться на каждом этапе проекта с помощью мониторинга, планирования, регулирования процессов с использованием статистических методов, обеспечивающих эффективное решение конкретной научно-технической задачи, выраженной в количественных показателях и направленной на обеспечение конкурентоспособности промышленного предприятия.

В качестве критериев эффективности управления качеством проектов как систематических процессов могут быть приняты статистические показатели. Требования к этим процессам можно сформировать на основе количественных показателей и осуществлять управление проектами. Для оценки качества проектов можно использовать показатели настроенности, точности и стабильности.

Для оценки эффективности управления качеством проектов можно использовать показатели, которые представлены на рисунке 2. Контролируются удельные затраты на проект в объеме продаж, показатель наукоемкости продукции; удельные затраты на приобретение лицензий, патентов, ноу-хау; наличие фондов на развитие инициативных разработок; длительность процесса разработки, подготовки производства нового продукта (новой технологии); показатели динамики обновления портфеля продукции; количество приобретенных новых технологий; объем экспортируемой инновационной продукции [6].



Рис. 2. Показатели для оценки эффективности управления качеством проектов

Управления качеством проектов создания инновационной продукции подразумевает контроль соответствия параметров на каждом этапе реализации проекта заданным, для чего производят их оценку по настроенности, точности и стабильности, постоянно вносят коррективы в управление качеством процессов и своевременно регулируют исходные показатели для совершенствования управления проектами.

Составным элементом управления качеством инновационного промышленного предприятия является оценка статистических параметров на каждом этапе выполнения проекта и их корректировка в соответствии с принятым уровнем относительной оценки качества [2].

С самого начала инновационный проект должен рассматриваться как объект управления качеством. Качество инновационного проекта определяется в конечном итоге конкурентоспособностью вновь созданного товара отменного качества для потребителя, уровнем инновационного менеджмента для производителя и эффективностью вложений в проект для инвестора.

Базовые принципы управления качеством инновационных проектов представлены на рисунке 3.



Рис. 3. Базовые принципы управления качеством инновационных проектов

Ситуация с решением проблемы качества в Казахстане сложная: мотивы фактически еще косвенные; отечественный опыт, накопленный в прошлом, требует полного переосмысления. Как применить зарубежный опыт – неясно. Поэтому весьма важно, чтобы внедрение стандарта качества проходило в условиях полного осознания всей сложности и полноты проблемы качества, а также места этих стандартов в реформировании предприятий [6].

Начинать нужно с освоения производства товара, пользующегося спросом. Однако товар, пользующийся спросом, это чаще всего новая продукция. Следовательно, начинать надо с изучения спроса на рынке и его учета при создании и освоении производства новых изделий.

Частой ошибкой не только казахстанских, но и зарубежных компаний является то, что они применяют к инновационным проектам те же рычаги, что и к зрелому бизнесу (планирование, бюджет, отчеты), и тем самым душат их. Неопределенность – неотъемлемая особенность инновационной деятельности. Один из способов добиться того, чтобы инновационная деятельность могла активно развиваться не в ущерб утвержденным планам и бюджету, оставлять резервные средства на непредвиденные расходы.

На большинстве казахстанских предприятийусловия успешного функционирования инновационных процессов нужно создавать практическис нуля. И только после того, как на предприятиисправились с этой задачей, оно может приступатьк решению проблемы качества путем созданияи сертификации систем качества, отвечающихтребованиям стандартов ISO 9000 и концепцииTQM [8].

Исследования основных тенденций развития управления качеством проектов создания инновационной продукции доказывают, что в современных условиях, характеризующихся ускоренными темпами научно-технического прогресса и возрастающей интеллектуализацией основных факторов производства, необходимо не только внедрение новой техники и технологий, но и значительное повышение эффективности использования всех ресурсов, имеющихся в распоряжении предприятий.

Для управления качеством проектов создания инновационной продукции необходимо развитие в трех направлениях:

Первое направление связано с реализацией технологической политики, включающей:

- создание делового климата, стимулирующего развитие инноваций и повышение конкурентоспособность создаваемой продукции;
- поощрение развития, коммерциализации и использования технологий как товара;

• инвестирование в создание технологий мирового уровня (высоких технологий) в целях поддержки промышленности и развития торговли;

• интеграцию технологий различных областей деятельности, способных эффективно решать поставленные задачи.

Второе направление управления качеством проектов связано с концентрацией финансовых ресурсов на ключевых направлениях, включающих:

• создание единой базы данных, аккумулирующей и регламентирующей комплекс минимально необходимых процедур и формальностей для реализации проекта;

• создание на предприятиях и в компаниях условий, стимулирующих повышение образовательного уровня работников для участия в инновационных проектах.

Третье направление управления качеством проектов заключается в проектирование организационной структуры реализации проекта, включая следующие этапы:

• разработку инновационной стратегии реализации проектов;

• разработку вариантов организационной стратегии реализации проектов;

• анализ факторов, влияющих на эффективность вариантов реализации проектов, выбор стратегии и типа организационной структуры;

• определение необходимых функций поддержки основных структурных единиц реализации проектов;

• формирование учетной политики и создание центра учета затрат и анализа финансовой деятельности в рамках проектов;

• реализация организационной структуры выполнения проекта, анализ результатов и внесение коррективов.

Анализ проблем управления качеством проектов создания инновационной продукции показал, что ключевой из них является определение степени адекватности развития процессов создания инновационной продукции и управления их качеством в рамках проектов. Если развитие процессов создания инновационной продукции носит ускоряющийся характер, а по ряду направлений принимает лавинообразный характер, то управление качеством проектов создания инновационной продукции существенно отстает в развитии. Более того, дискретность проектов по созданию конкретной инновационной продукции часто приводит к тому, что эти проекты, отличающиеся по выпускаемой продукции, не рассматриваются как однородные систематические процессы, характеризующиеся стандартизуемой совокупностью элементов и действий, производимых с ними.

В результате можно говорить о дисбалансе, при котором для инновационной продукции существуют подробные количественные требования, определяющие их качество, а для проектов создания инновационной продукции применяются лишь качественные описания, базирующиеся на принципе непрерывного улучшения. Отсутствие количественных требований и оценок реализации проектов существенно усложняет процесс управления качеством проектов создания инновационной продукции [5].

Для решения проблем необходимо:

• провести анализ особенностей ключевых этапов создания инновационной продукции в рамках проекта;

• провести анализ процессов управления качеством на отдельных этапах проекта создания инновационной продукции;

• сформировать критерии эффективности управления качеством проектов создания инновационной продукции;

• разработать систему управления качеством инновационных проектов как элемента управления качеством промышленного предприятия осуществить внедрение технологии управления качеством инновационных проектов по статистическим параметрам при выполнении работ по созданию инновационной продукции;

• провести инвестирование процессов управления качеством проектов создания инновационной продукции.

Для формирования количественных требований к качеству проектов создания инновационной продукции необходимо детально проанализировать процессы управления качеством на всех этапах проекта создания инновационной продукции.

Как правило, управление качеством инновационной продукции, предусматривает решение трех основных задач:

- реализацию инновационной процедуры проекта;
- создание специфических (инновационно-ориентированных) видов ресурсов и управление всеми видами ресурсов в рамках проекта;
- управление портфелем проектов создания инновационной продукции.

Первая задача, включающая этапы проекта, начиная от обзора рыночной ситуации и заканчивая началом коммерческой реализации позволяет получить комплект нормативной документации для тиражирования новой разработки и снизить риск получения неудовлетворительного результата от коммерческой реализации проекта.

Требования к разработке инновационной продукции, ее испытаниям и разработке нормативной документации и проведение системы испытаний с привлечением значительной доли ресурсов компании.

Вторая задача управления инновационной деятельностью компании, связанная с созданием специфических видов ресурсов и управление всеми видами ресурсов, выделяемыми на проект, подразумевает, что под инновационно – ориентированными видами ресурсов понимаются:

- специалисты высшей категории, инженерно-технические кадры, обслуживающий персонал;
- помещения соответствующие санитарным нормам, лабораторное оборудование - вычислительная и оргтехника, измерительные приборы и материалы для проведения исследований, информационные базы данных и их обслуживание;
- базы для изготовления опытных образцов и макетов, базы для изготовления промышленных образцов и т.д.

Успешность проектов во многом зависит от обеспеченности именно этими видами ресурсов, важной особенностью которых является их уникальность и невзаимозаменяемость. Расходование всех видов ресурсов на отдельных стадиях в ходе отработки проектов при реализации инновационной процедуры, как правило, является неравномерным и зависит от характера работ. При этом в случае необходимости сокращения времени реализации проекта, требуются значительные дополнительные ресурсы всех видов, а в случае их отсутствия, проекты могут быть приостановлены и законсервированы на любой стадии.

Третья задача связана с управлением портфелем проектов. Это означает, что инновационная активность предприятий на практике не ограничивается разработкой и коммерческой реализацией какого-либо одного или нескольких проектов. При этом предприятием создается собственный инновационный потенциал, который требует значительных финансовых затрат. После вхождения предприятия в фазу инновационной активности, вынуждены продолжать ее и далее, либо ликвидировать созданный ею инновационный потенциал. При этом проблема, которая возникает у предприятий поддерживающих инновационную активность, связана с управлением потоком проектов создания инновационной продукции.

Одним из основных вопросов управления качеством проектов создания инновационной продукции является определение критериев эффективности управления качеством проектов создания инновационной продукции [3].

Следует признать, что многие из представленных показателей, так или иначе, характеризуют инновационную деятельностью предприятия, реализующего проекты создания инновационной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Попова Е.В. Методы повышения инновационной активности малого и среднего бизнеса. // Интеграл, № 1, 2009. – С.52-54.

[2] Попова Е.В. Голубев М.П.Проблемы и пути финансовой стабилизации промышленных предприятий. // Интеграл, № 2, 2009. – С. 58-66.

[3] Попова Е.В., Хрипунова А.С.Структура системно-интегрированного управления инновационной деятельностью предприятий. // Интеграл,№ 4, 2010. – С. 44-46.

[4] Горбашко Е.А. Менеджмент качества и конкурентоспособности: Учеб. пособие. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 102 с.

[5] Управление качеством: Учебник / Под ред. С.Д. Ильенковой. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 235 с.

[6] Крылова Г.Д. Зарубежный опыт управления качеством: Учебник. Ростов н/Д, 2005. –275с.

[7] Никитин В.А. Управление качеством на базе стандартов ИСО 9000:2000. Политика. Оценка. Формирование. Ресурсы // Стандарты и качество,№ 34, 2006. – С. 26-29.

Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Байтукова А.М.

Управление качеством инновационных проектов

Андатпа.Мақалада сапаны қамтамасыз ету инновациялық кезеңі ұсынылады. Инновациялық жобалар сапасын басқарудың негізгі принциптері сипатталған. Елдегі өндірістік әлеует пен ғылыми – зерттеудегі сапа төмендеуінің негізгі себептері көрсетілген. Жобалар сапасын басқарудың тиімділігін бағалау көрсеткіштері сипатталған. Инновациялық өнімнің сапасын басқарудағы негізгі міндеттер баяндалған.

Негізгі сөздер: инновациялық жобалар, сапа, тұжырымдамалар.

Zharkevich O.M., Nurzhanova O.A.

Worn parts restoration by thermal spraying

Summary. The article describes the characteristics of gas-thermal spraying types. The article describes the recommended wire materials for various technological operations of gas-thermal spraying. The article shows approximate values of the indicators of technological parameters for thermal spraying. The article presents the characteristics of the preparation methods for restored surfaces of gas-thermal spraying. The article describes number of advantages of thermal spraying in comparison with welding and electroplating.

Key words: gas-thermal spraying, metallization, restore, detail, adhesion, material preparation

УДК 656.225(073)

Абжапбарова А.Ж., Бихимова Г.А., Олжабаева Р.С.
(Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева,
Алматы, Республика Казахстан, abzhapbarova@mail.ru)

АУТСОРСИНГ ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ

В современных условиях развития экономических отношений возрастающая конкуренция между участниками транспортного рынка выдвигает все более жесткие требования к предприятиям, в связи с чем задача обеспечения его устойчивости становится все более актуальной. Это требует от предприятий умения быстро реагировать на постоянные изменения во внешней инфраструктуре, а также добиваться снижения операционных издержек при сохранении высокого качества товаров и услуг.

Одним из современных методов, способствующих достижению конкурентных преимуществ, является аутсорсинг - привлечение внешних ресурсов для выполнения ряда непрофильных функций. Основными целями аутсорсинга можно определить снижение расходов, повышение качества предоставляемых услуг, оптимизация структуры управления предпритятия. Главным источником снижения затрат с помощью аутсорсинга является повышение эффективности предприятия в целом и появление возможности освободить соответствующие организационные, финансовые и человеческие ресурсы, чтобы развивать новые направления, или сконцентрировать усилия на существующих, требующих повышенного внимания.

Привлечение сторонних исполнителей дает максимальную гибкость, так как ускоряет доступ к новым рынкам, при внедрении на которые велик риск того, что новая продукция не найдет покупателя и позволяет предложить клиентуре индивидуальное обслуживание. Поэтому выполнение логистических функций часто поручают другим фирмам не только с целью экономии капитала, но и для снижения рисков и возможных убытков. Если же товар не пользуется спросом, то фирма может уйти с рынка, понеся лишь минимальные затраты на хранение и транспортные операции [1].

Традиционно принято выделять следующие направленияаутсорсинга (рис. 1) [2].



Рис. 1. Виды аутсорсинга

В зависимости от объема передаваемых стороннему исполнителю функций каждый из видов аутсорсинга можно классифицировать как полный (комплексный) или частичный (функциональный).

На данной диаграмме показаны типовые причины перехода на аутсорсинг.



Рис. 2. Типовые причины перехода на аутсорсинг

IT-аутсорсинг— Информационные системы компании передаются на обслуживание организациям, занимающимся технической поддержкой и программным обеспечением.

В большинстве случаев это программирование; создание сайтов; разработка и сопровождение программного обеспечения; обслуживание техники, разработка достаточно больших и сложных вычислительных систем

Производственный аутсорсинг - передача части функций производства сторонним производителям.

Аутсорсинг бизнес-процессов - передача организации-исполнителю отдельного бизнес-процесса (или нескольких), который при этом не является основными. Например, бухгалтерский учет, управление персоналом, реклама, логистика, маркетинг.

Исходя из отечественного и зарубежного опыта аутсорсинг предстает как важнейший элемент современного хозяйственного механизма. В таких странах, как: США, Германия, Франция, Бразилия и др. - с одной стороны; Индия, Тайвань, Сингапур, Малайзия, Ирландия - с другой, наблюдается переход к стратегическому аутсорсингу, полному аутсорсингу[2].

По мнению специалистов Института аутсорсинга (OutsourcingInstitute, США), аутсорсинг бизнес-процессов является развивающимся видом оптимизации деятельности предприятий, причем наибольший рост наблюдается в сфере финансов и бухгалтерского учета. Статистика, собранная в 2015 году Американской ассоциацией менеджмента, показала, что уже тогда 20 % из числа 600 опрошенных фирм передали на аутсорсинг хотя бы некоторую часть финансовых и бухгалтерских операций, а 80 % — часть административных функций.

Такими услугами в нашей стране изначально пользовались совместные предприятия и представительства иностранных компаний. Теперь к услугам аутсорсеров прибегают казахстанские фирмы и организации государственного сектора.

Инновационная форма экономических и организационных отношений —аутсорсинг получает все большее развитие, как в мировой, так и казахстанской практике. Передача некоторых функций предприятия внешним специалистам (аутсорсерам) - признанная тенденция мировой экономики, которая позволяет предприятиям, организациям добиться сосредоточения на основных видах деятельности, повысить качество управления, что вплотную подводит казахстанские предприятия к возможности практического применения современных высоких технологий менеджмента.

Возрастающая конкуренция на рынке товаров и услуг требует от предпринимателей роста эффективности производства и снижения издержек, освоение новых рынков сбыта, освоение новых видов продукции. Во многом решить эту проблему помогает именно аутсорсинг, позволяющий получить конкурентные преимущества, благодаря использованию внешних компетенций и возможности оперативно перераспределять ресурсы. И хотя большинство казахстанских предприятий сегодня пока только оценивают возможность использования этого вида услуг, передовые компании уже активно используют аутсорсинг.

Недостаточная востребованность использования аутсорсинга в Казахстане связана со спецификой казахстанских рынков (отставание правовых норм, неразвитость системы субконтрактации, опасности поведения партнеров, избыточные риски, асимметрия информации и др.).

Учитывая специфику Казахстана, заметим, что наиболее часто передаваемые на аутсорсинг услуги - это:

- услуги по бухгалтерскому учету и аудиту;
- услуги в области информационных технологий;
- обслуживание промышленного оборудования;
- специализированное производство материалов, компонентов и узлов;
- услуги в области НИОКР;
- транспортное обслуживание.

При этом, если раньше велись дискуссии на тему жизнеспособности модели аутсорсинга в Казахстане, то сейчас дискуссия переместилась в плоскость практического применения этой модели. И речь уже идет о том, как это сделать с наименьшими рисками и наибольшей эффективностью.

Межструктурное взаимодействие между заказчиком и аутсорсером требует формирования партнерских отношений. Для реализации партнерства целесообразно использование комбинированного аутсорсинга, под которым понимается консультирование, основанное на сочетании усилий внешних консультантов и специалистов предприятия (внутренних консультантов), способных принять участие в творческом инновационном процессе по формированию управленческих решений различного уровня.

Аутсорсинговые взаимоотношения структурируются на основе согласованных й подписанных договоров, условия которых могут предусматривать различные с экономической и юридической точки зрения формы организации деятельности. Форма партнерских взаимоотношений зависит от выбора заказчика, от распределения ответственности и рисков между заказчиком и исполнителем. Уровень ответственности зависит от желания и возможности контролировать и координировать процесс выполнения работ аутсорсером. Классификация форм и видов аутсорсинга не является в настоящий момент устоявшейся и окончательной, так как партнерские отношения в рамках конкретных соглашений об аутсорсинге могут иметь значительные различия. Причиной этого являются быстрые темпы развития данного сектора бизнеса, возникновение новых форм взаимоотношений в условиях экономическойглобализации, законодательные ограничения и пр[3].

В казахстанской практике на аутсорсинг чаще всего передаются такие функции, как ведение бухгалтерского учёта, обеспечение функционирования офиса, переводческие услуги, транспортные услуги, поддержка работы компьютернойсети и информационной инфраструктуры, рекламные услуги, обеспечение безопасности. В транспортной сфере проявляется тенденция к передаче части логистических функций самими традиционными поставщиками услуг. В качестве примеров можно сослаться на логистических провайдеров четвертой стороны и передачу функций судового менеджмента. Ряд грузоотправителей создало фирмы для обеспечения хранения и транспортировки или широкой комбинации логистических функций. Примером последнего служит компания CaterpillarLogisticsServiceInc. призванная обслуживать высокоразвитую мировую сеть распределения запасных частей. Примечательно, что отделившаяся дочерняя фирма часто предоставляет рассматриваемые услуги материнской компании-грузоотправителю на конкурентной основе. Однако она может продавать услуги и другим компаниям.Передача задач с высокой для грузоотправителей стоимостью рабочей силы вызвала рост использования складов. При этом складское хозяйство выполняет не только функции хранения и обработки заказов, но и предлагает дополнительные услуги, такие как сборка и упаковка, управление информационным обменом с другими участниками канала распределения.

Аутсорсинг имеет как позитивные стороны, так и недостатки. Он привлекает тем, что способствует внедрению новых технологий, улучшению управляемости, как правило, снижению стоимости реализации бизнес-процессов; сокращению и контролю издержек; освобождению внутренних ресурсов для других целей; улучшению качества получаемых продуктов или услуг; фокусирует компании на основной вид деятельности; предоставляет возможности использования специализированного оборудования, знаний, технологий; снижению рисков, связанных с реализацией бизнес-процесса, экономии средств, рабочих мест, времени и др. Его отрицательные качества: потеря контроля над предлагаемым сервисом, усиление монопольных позиций,мода на аутсорсинг, угроза утечки значимой информации; опасность потери рабочих мест, передачи избыточного числа значимых функций; угроза отрыва высшего менеджмента от непосредственного воздействия на бизнес-процессы; нечеткость критериев в обеспечении договорных отношений; обучение чужих специалистов в ущерб переподготовки собственных работников; сопротивление персонала, работающего на базовом предприятии; в некоторых обстоятельствах аутсорсинг наносит ущерб и оказывается дороже, чем предполагалось и др.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Абрамов. А.П., Галабурда В. Г., Иванова Е.А. Маркетинг на транспорте: Учебник для вузов /Под ред. В.Г. Галабурды. – М.: Желдориздат, 2001. – 329с.

[2] Курьянович В. Реструктуризация фирмы и переход на аутсорсинг // SalesBusiness. — 2005. — № 4.

[3] МихайловД.В. Аутсорсинг. Новая система организации бизнеса. Учеб. пособие. — М.: КноРус, 2006.

Абжапбарова А.Ж., Бихимова Г.А., Олжабаева Р.С.

Логистикалық қызметтер аутсорсингі

Түйіндеме. Мақалада аутсорсингтің мақсаты мен міндеттері, оның Қазақстанда дамуының заманауи жағдайы, сонымен қатар түрлеріне қарай аутсорсингті қолдану мәселелері қарастырылған. Аутсорсингтік қызметтерді дамытудағы шетел тәжірибесі қарастырылған.

Түйінді сөздер: аутсорсинг, қызметтер, бәсекелестік, аутсорсингтік қарым-қатынастар, тәуекелдер, шығындар.

Abzhapbarova A.J., Bikhimova G.A., Olzhabaeva R.S.
Outsourcing of logistics services
Summary. The article describes the aims and objectives of outsourcing, the current state of its development in Kazakhstan, as well as issues of outsourcing depending on the species. Considered foreign experience of outsourcing services.
Key words: outsourcing, services, competition, outsourcing relationships, risks, costs.

УДК.62-533.7

В.Қ. Байтұрғанова, А. Хабай, А.А. Кенжебекова
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, Vinera2004@mail.ru)

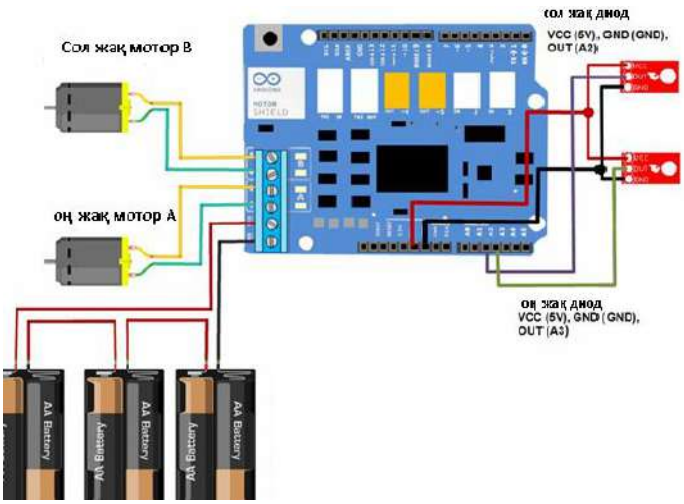
БЕЛГІЛІ ҚАРА ЖОЛАҚПЕН ЖҮРЕТІН РОБОТТЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ КӨРУ ЖҮЙЕСІ

Андатпа. Белгілі қара жолақпен жүретін роботтың көру жүйесіне сезімтал датчиктер орналастырылған (сол және оң), сол датчиктердің көмегімен арнайы бағытта ғана жүреді. Роботтың жұмыс сызығы өте қарапайым. Бұл роботтар қарама-қарсылыққа (контрастілікке) байланысты жазықтық бетінде қара сызықты табу мүмкіндігі бар. Олар сызықтармен жүретін болғандықтан, олар сызықтың оңға/солға ығысуын бақылайды. Осы бағаның негізінде олар оңға/солға бұрылу, сондай-ақ сызық бойымен тұрақты центрді ұстау үшін қозғалтқышқа сәйкес сигналдар береді.

Роботтың техникалық тапсырыс талаптарына сәйкес техникалық көру жүйесінің төменгі шектік интерфейсі өңделген. Бұл құрылғыны өңдеу барысында көптеген сол тәрізді өңдемелер зерттелген, бірақ олардың көбісі әсерлі пайдалану үшін, яғни техникалық көру жүйесінің әмбебап интерфейсті құрылғысы мен әлдеқайда қарапайым өңдеу мақсатында белгілі себептерімен жарамсыз болып келеді. Техникалық көру жүйелерімен жабдықтандыру оның технологиялық және функционалды қабілеттерін кеңеюін қамтамасыз етеді.

Кілттік сөздер. робот, мобилді робот, инфрақызыл датчиктер, қозғалтқыштар, жүйе, плата.

Бұл мақалада белгілі қара жолақпен жүретін роботты құрастыру негізгі тапсырма болып қойылған, сондықтан, біз алдымен роботқа қатысты жабдықтармен таныстырамыз және тоқталамыз. Мобильді роботтың көру жүйесіне сезімтал датчиктер орналастырылған (сол және оң), сол датчиктердің көмегімен арнайы бағытта ғана жүреді. Роботтың жұмыс сызығы өте қарапайым. Бұл роботтар қарама-қарсылыққа (контрастілікке) байланысты жазықтық бетінде қара сызықты табу мүмкіндігі бар. Олар сызықтармен жүретін болғандықтан, олар сызықтың оңға/солға ығысуын бақылайды. Осы бағаның негізінде олар оңға/солға бұрылу, сондай-ақ сызық бойымен тұрақты центрді ұстау үшін қозғалтқышқа сәйкес сигналдар береді.

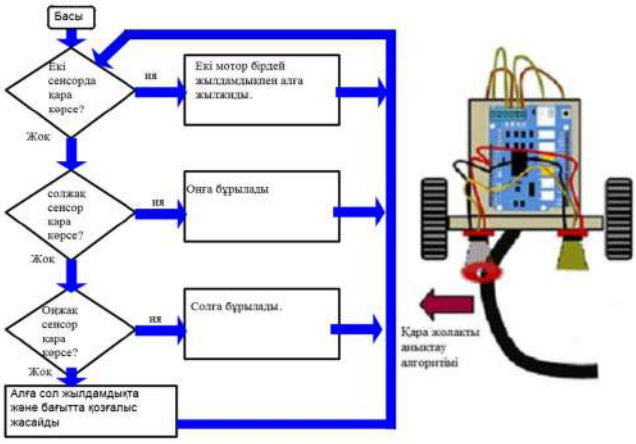


1-сурет. Екі датчикті роботтың жұмыс жасау принципиалды сұлбасы

Екі сенсор(фотоэлемент, ИҚ датчик массивін жасау үшін екі ИҚ светодиодтын аламыз), екі мотор және драйверлерімен, бір Arduino Uno32платасын. Платаға мотордрайверін жалғау әдісіне байланысты, қозғалтқыш драйверінің сұлбасы екі Q1 және Q2 *n-p-n*-транзисторлардан құралған. Әр транзистор қосқыш ретінде база тоғын шектеу үшін резистормен қосылған. Қозғалтқыштарға сәйкес транзисторлардың эмитторымен жалғанған. Кернеудің ауытқуын болдырмау үшін 0,1 конденсатор әр қозғалтқыш сайын қосылған және арнайы бағдарлама жазылады.

Роботтың жұмыс істеу принципі

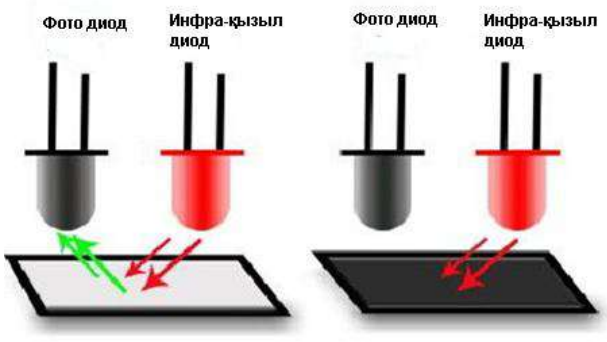
Роботтың жұмыс сызығы өте қарапайым. Бұл роботтар қарама-қарсылыққа (контрастілікке) байланысты жазықтық бетінде қара сызықты табу мүмкіндігі бар. Олар сызықтармен жүретін болғандықтан, олар сызықтың оңға/солға ығысуын бағалайды. Осы бағаның негізінде олар оңға/солға бұрылу, сондай-ақ сызық бойымен тұрақты центрді ұстау үшін қозғалтқышқа сәйкес сигналдар береді.



2-сурет. Роботың жұмыс жасау алгоритмі.

Тізбектелген сызықтық робот негізінен ақтүсті жазық бетте қара жолақтың бойымен жүруге арналған. Кез-келген жағдайда осы жобаны сәйкес программалық қамтамасыздандыруына өзгерістер енгізіп, қарама-қарсы конфигурацияға бағыттауды енгізіп пайдалануға болады. Осы жәй роботты қайталаушылардың роботының аппарттық бөлімін Ардуинаның көмегімен 3 бөлімге бөлуге болады. Датчик, ардуинаның платасы және қозғалтқыштың драйверінің сұлбасы.

Бұл роботтар әдетте инфрақызыл датчиктер массивін, Олардың астынғы бет көрінісінің коэффициентін есептеу үшін пайдаланады. Негізгі критерийлер: қара сызықтың шағылысу (қара сызық түсті сіңіру) мүмкіндігі оның айналасындағы ашық түсті бетке қарағанда аз мәнге ие болады. Робот қара жолақтың бағытын анықтай алуы үшін, бұл параметр көрініс коэффициентінің төменгі параметрі болып табылады. Егер ИҚ шеткі сол жақ/шеткі оң жақ датчиктері көрініс коэффициенті үшін төменгі мән көрсетсе, онда қара сызық роботтан оң жақ/сол жақ бағытта. Содан кейін контроллер қозғалтқыш сигнализациясының көмегімен сызықтың қарама қарсы бағыты жүреді.



3-сурет. Инфра қызыл датчиктердің жұмыс істеу принципі

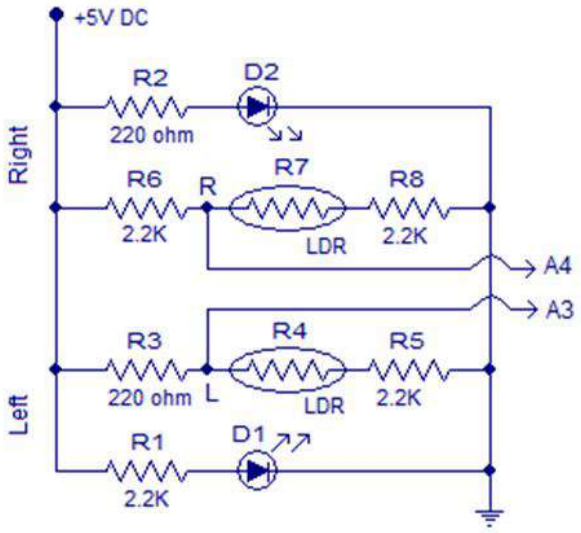
Массив ИҚ датчик жеке ИҚ светодиодтан және ИҚ фотодиодтан тұрады. Светодиодтан сәулеленген ИҚ жарық бетке беріледі және кері ИҚ фотодиодта шағылысады. Содан кейін фотодиод беттің көрсету коэффициентіне пропорционалды шығыс кернеуін береді (жеңіл, ашық бет үшін жоғары мән және қара бетке төмен мән).

1-ші қадам. Қайталанған сызықтар үшін датчиктердің массиві не істейді (егер сіз шағылысу мүмкіндігі бар датчик алғының келмесе)

ИҚ датчик массивін жасау үшін алты ИҚ светодиод алыңыз және оларды бір-біріне паралледі түрде жалғаңыз. Енді ИҚ фотодиодты алыңыз және олардың әрқайсысын алты ИҚ светодиодтан сәл төмен орналастырыңыз. Әр екі диодты қара изолентаны пайдаланып жұп қылып бірге ораңыз. Осы алты жұпты ИҚ светодиод пен фотодиодтарды алып тура сызық бойымен қосу керек, әр жұптар бір-бірінен 1,5см аралықта болу керек.

Тізбектелген сызықтық робот 8051 микроконтроллерінің көмегімен осы жерде шығарып көрсетілген және осы жолы сондай жұмыс Ардуина көмегімен жасалады.

Датчик - сәйкестендірілген тоқшектеуші резистрлері бар екі жұптан LED/LDR тұрады. Резистенттілік LDR оған түсетін жарық қарқындылығына кері пропорционалды. Датчиктің принципиалды сұлбасы төмендегі суретте көрсетілген.



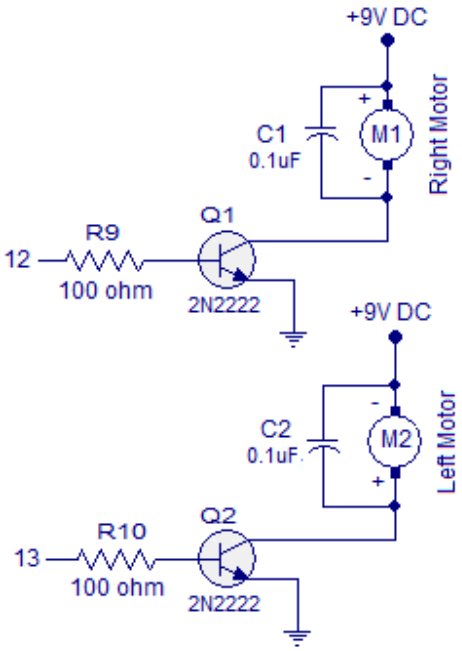
4-сурет. Датчиктің принципиалды сұлбасы

R1 и R2 резисторлары светодиодтар арқылы тоқты шектейді, R6, R8, R3 және R5 желі кернеуінің жеке бөлгішін LDR-ға сәйкестендіріп бірге түзеді. Датчик дұрыс тураланған кезде, LED/LDR жұптары ақ беттің үстінде болады. Бұл жағдайда жарықтың жеткілікті жағдайы LDR-ға кері шағылысу алады және сондықтан төмен болады. Сонымен қатар LDR кедергінің түсуі төмен болады. Робот жолақтан басқа жақта жүрсе, онда датчик қарама-қарсы жақтан қара жолаққа түседі және LDR –ға сәйкес кері шағылған жарықтың қарқындылығы төмен болады. Нәтижесінде LDR кедергісі жоғарыға атады және оған жоғары кернеу түседі. Кернеу оң және сол LDR арқылы түседі (жоғарыда көрсетілген сұлбада түйіндер Л және П деп белгіленген) ардуинаның А3 және А4 платаларының аналогтық шығысы үшін кірістік берілгендер ретінде келтірілген.

Жоғарыда кестеде келтірілгендей, кернеу белгілі кернеуде 4,4В тең, ол ақ бетте және қарада тұрғанда 4,84В. 4,4Вның сандық эквиваленті 900 болады және жоғарыда көрсетілген сұлбаға сәйкес4,84В дан 990 болады. Осы екі мәннің медианасы 945 және датчик модулінің бағытын тексеруге арналған программа үшін бағдар ретінде орнатылады.

Кесте-1. **Бағыттаушы датчиктер.**

Бағыттаушы датчиктер	Оң жақ шығыс датчик (оңжақ LDR кернеу)	Сол жақ шығыс датчик (сол жақ LDR кернеу)
Ақтағы екі датчик (робот дұрыс бағытта)	4.40В	4.40В
Сол жақ датчик қарада және оң жақ датчик ақта (роботты оң жаққа бұрады)	В4.40	4.84В
Сол жақ датчик ақта және оң датчикқара-да(робот солға бұрылады)	4.84В	4.40В
Екі датчикте қара жолақта	4.84В	4.84В



5-сурет. Қозғалтқыш драйверінің сұлбасы

Егер нақты датчиктің көрсеткіші 945 тен көп болса, онда программа нақты датчик қара түстен жоғары тұр деп жобалайды. Егер нақты датчиктің көрсеткіші 945 тен аз болса, онда программа нақты датчик ақ түстен жоғары тұр деп жобалайды. Егер екі нақты датчиктің көрсеткіштері 945 тен аз болса, онда ол екі датчикте ақ түсте тұр дегенді білдіреді.

Егерде екі датчиктің көрсеткіштері 945 тен жоғары болса, онда ол екі датчикте қара түстен жоғары тұр дегенді білдіреді (роботты жолдан алсақ та сол болады).Жоғарыда келтірілген төрт шарттың негізінде, роботты қара сызық бойымен ұстау үшін программа сол және оң моторды сәйкесінше қосады.

ӘДЕБИЕТТЕР:

[1] Е.И. Юрьевич. Основы робототехники. - 3-е издание. –БХН-Петербург 2010. – 368с.

[2] ВЯЧ. А. Зиновьев. Пространственные механизмы с низшими парами. Кинематический анализ и синтез. – М.:Ленинград, 1952.– 428с.

[3] Подураев Ю.В. Основы мехатроники.- М.: МГТУ «Станкин». 2000.-80 с.

[4] Попов Е.П., Письменный Г.В. Основы робототехники.- М.: Высш. Шк., 1990.-224 с.

[5] Олсон Г. Пиани Д., Цифровые системы автоматизации и управления.- СПб.: Невский диалект, 2001.- 557 с.

Байтурганова В.К., Хабай А., Кенжебекова А.А.

Техническое зрение робота ездящего по определенной черной полосе

Резюме. В данной статье рассматривается техническое зрение робота ездящего по определенной черной полосе.В систему размещены чувствительные датчики (левая и правая), с помощью специальных датчиковробот передвигается по нужномунаправлению. Рабочая линия робота очень проста

Ключевые слова. робот,мобильный робот, инфракрасный датчик, мотор

Bayturganova V.K., Habay A., Kengebekova A.A.

Technical robot vision while driving at a certain black stripe

Annotation. This article discusses the technical robot vision while driving at a certain black stripe. The system posted sensitive sensors (left and right), with the help of special sensors the robot moves in the right direction. Working robot line is very simple

Keywords.robot, the mobile robot , an infrared sensor , the motor

УДК 338

Ж. Ж. Есенкулова
(Университет Нархоз, Алматы, Республика Казахстан,
zhauhar-kz@bk.ru)

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДОСТИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА

Резюме. Создание системы качества для предприятий является одной из серьезных проблем, позволяющей обеспечить производство конкурентоспособной продукции. Эффективная конкуренция является основой конкурентоспособности государства и бизнеса. Обеспечение качества услуг и продукции на высоком уровне возможно за счет разумного и грамотного управления производством и его обслуживанием. Важную роль в развитии современного бизнеса играют премии по качеству.

Ключевые слова. Качество, премии по качеству, продукция, потребитель, конкурентоспособность

По мере развития экономических реформ все большее внимание уделяется качеству. Качество продукции теснейшим образом связано с экономическими проблемами, такими как качество продукции и производительность общественного труда; качество продукции и рост национального богатства, качество продукции и темпы технического прогресса, качество продукции и организация конкурентоспособной деятельности предприятий.

В настоящее время одной из серьезных проблем для предприятий является создание системы качества, позволяющей обеспечить производство конкурентоспособной продукции.

Являясь важным инструментом в борьбе за рынки сбыта, качество обеспечивает конкурентоспособность товара. Оно складывается из технического уровня продукции и полезности товара для потребителя через функциональные, социальные, эстетические, эргономические, экологические свойства. При этом конкурентоспособность определяется совокупностью качественных и стоимостных особенностей товара, которые могут удовлетворять потребности потребителя, а также расходами на приобретение и потребление соответствующего товара.

Являясь залогом устойчивого экономического развития, конкуренция стимулирует производство товара в широком ассортименте, позволяет вести гибкую ценовую политику, обеспечивает развитие научно-технического прогресса, оптимальное распределение ресурсов и необходимые изменения в структуре рынка.

Эффективная конкуренция на внутреннем рынке заставляет местные компании пробиваться на мировой уровень в поисках возможностей для дальнейшего роста и завоевания новых рынков.

Вместе с этим, конкурентоспособность предприятий обеспечивается, прежде всего, посредством качества и инноваций.

Если не уделять серьезного внимания качеству, потребуются значительные средства на исправление дефектов. Гораздо большего эффекта можно достичь разработкой долгосрочных программ по предотвращению дефектов.

Исследования, проведенные в ряде стран, показали, что в компаниях, мало уделяющих внимания качеству, до 60% процентов времени может уходить на исправление брака [3].

Значение повышения качества хорошо иллюстрируется на примере Японии. После Второй мировой войны японские промышленники занимались активно поисками путей повышения эффективности производства и качества продукции. Группы японских управляющих изучали опыт по всему миру. Они встречались с руководителями ведущих промышленных фирм США и Европы. Все рациональное переносилось на национальную почву. Внимание японских управляющих привлекли такие понятия, как статистический контроль качества и комплексное управление качеством. В итоге проведенных исследований и выполненных разработок появились так называемые японские стандарты качества.

Управление качеством является одной из функций предприятия по его управлению, которая фактически обеспечивает качество услуг и продукции на высоком уровне за счет разумного и грамотного управления производством и его обслуживанием.

Методику разработки и построения системы управления качеством, которая, соответственно, может быть официально сертифицирована, т.е. проверена и признана независимым аккредитованным Органом по сертификации предлагают стандарты серии ISO 9000[2].

Сертификация Системы менеджмента качества показывает другим участникам рынка, что СМК данного предприятия разработана и организована с учетом определенных требований и эффективно функционирует, что обеспечивает высокое и стабильное качество услуг и продукции данного предприятия.

Решающим фактором в борьбе за качество является человеческий фактор. Деминг призывает к командной работе, при которой возникает синергетический эффект - целое, по своей результативности, значительно превосходит сумму отдельных компонентов. Руководитель предприятия должен быть лидером и руководить коллективом не силой административного верховенства, а силой авторитета. Для повышения качества продукции необходимо постоянное обучение и повышение квалификации персонала.

Большую роль в обеспечении качества продукции производителей и ее успешной конкуренции на мировых рынках призваны сыграть специальные конкурсы.

В основе моделей в области качества лежат самооценка предприятия по установленным критериям в рамках отчета-конкурсанта, последующая экспертиза данного отчета конкурсной комиссией, выявление победителей конкурса и предоставление предприятиям-участникам обратных отчетов экспертов с отмеченными преимуществами и недостатками в деятельности предприятия.

В истории национальных наград за качество ключевую роль играют три широко известные и признанные во всем мире премии: премия Деминга – японская награда за успешную разработку и применение методов управления качеством в масштабах всей компании; национальная премия качества Малколма Болдриджа, критерии которой сформировали философию не только американского, но и мирового бизнеса последних лет; Европейская премия качества, являющая собой образец взаимовыгодного сотрудничества организаций Европы под эгидой Европейского фонда управления качеством.

В 1951 г. в честь вклада Эдварда Деминга в развитие качества в Японии учреждена Премия Деминга. Компании, которые награждались призом Деминга за качество, достигали наибольших успехов именно за счет эффективного внедрения CWQC, и были признанными лидерами не только японской, но и мировой промышленности. Приз Деминга присуждался также отдельным лицам или группам, внесшим значительный вклад в развитие и популяризацию контроля качества [1].

В 1995 году Японским центром социально-экономического развития на базе критериев премии М. Болдриджа только для японских компаний. Японскую премию часто противопоставляют премии Деминга. Концепции этих премий имеют принципиальные различия. В то время как большинство организаций, участвующих в конкурсе на премию Деминга, нацелены на завоевание премии, компании-соискатели Японской премии по качеству не стремятся именно к победе. Комитет конкурса позиционирует премию как модель для самооценки организации, как часть процесса непрерывного совершенствования.

В настоящее время Японский Комитет по присуждению премий Деминга присуждает пять следующих премий:

- премия Деминга для крупных компаний (The Deming Application Prize), которые достигли значительных успехов за счет применения CWQC с использование статистических методов;

- премия Деминга для малых предприятий (The Deming Application Prize for Small Enterprize), достигших значительных успехов также за счет применения CWQC с использование статистических методов;

- премия Деминга для подразделений (The Deming Application Prize for Devision), отличившихся в применении статистических методов и CWQC;

- персональная премия Деминга отдельным лицам или группам (The Deming Prize for Individual Person), внесшим выдающийся вклад в изучение и распространение CWQC, используя статистические методы;

- премия Деминга для зарубежных компаний (The Deming Application Prize for Oversea Companies), внесшим выдающийся вклад в развитие и применение CWQC.

В 1987 году в США учреждена Национальная премия по качеству Малкольма Болдриджа. Премии вручаются лично Президентом или Вице-Президентом США. Премия М. Болдриджа призвана распространять философию качества, определять требования к совершенствованию качества, способствовать обмену информацией об успешных стратегиях улучшения качества.

В 1988 г. 14 ведущих европейских компаний образовали Европейский фонд управления качеством. Европейская премия по качеству официально учреждена в 1992 г. Ее цель — способствовать эффективному развитию и внедрению всеобщего управления на основе качества в компаниях Европы[4].

В Казахстане в соответствии с Указом Президента, разработанным в соответствии с Посланием Президента РК народу Казахстана от 1 марта 2006 года «Стратегия вхождения Казахстана в число пятидесяти наиболее конкурентоспособных стран мира» объявлен конкурс «За достижения в области качества».

Основной идеей данного конкурса является повышение конкурентоспособности отечественной продукции, продвижение экспорта казахстанских товаров на внешние рынки, стимулирование отечественных производителей, внедрение высокоэффективных методов управления качеством.

Условия конкурса и модель премии Президента Республики Казахстан «За достижения в области качества» базируются на модели Европейской премии по качеству. Таким образом, казахстанские организации получили основу для проведения самооценки в виде модели, отвечающей самым современным мировым представлениям о современной организации. Проводя самооценку своей деятельности при подготовке к конкурсу, организация может проанализировать и определить свои слабые и сильные стороны, внести улучшения, сравнить, как далеко продвинулась организация по пути достижения качества и на каком этапе находится по сравнению с другими.

Из всего вышесказанного можно считать, что преуспевающие фирмы предъявляют высокие требования к своим работникам и качеству продукции. Чтобы дать предприятиям большую уверенность в поставщиках были внедрены Системы качества по стандартам серии ISO 9000.

Главный фактор успеха в конкурентной борьбе – это акцент на потребителя, удовлетворение его требований. Мировые премии по качеству еще раз подтверждают этот факт. Они играют важную роль в развитии современного бизнеса, формируют философии качества и принципы совершенствования организаций. Национальные премии по качеству повышают репутацию стран-учредительниц на мировом рынке.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Аскаров Е.С. Метод управления качеством «Шесть сигм». — Алматы: Экономика, 2008. — 48 с.

[2] Ильина Л.П. и др.Основы стандартизации, метрологии, сертификации и менеджмента качества. — Алматы: Казахстанская ассоциация маркетинга, 2003. — 76 с.

[3] Гуревич В. Мировые премии по качеству: победители и побежденные//Сборник материалов Алматинского международного форума по качеству/ – Алматы, 2011.–С.42-44.

[4] Есенбаев М.Т. Конкуренция как основа роста качества продукции. //Сборник материалов Алматинского международного форума по качеству/ – Алматы, 2011. –С.23-24.

Есенкулова Ж.Ж.

Сапаға жетудің заманауи мәселелері

Түйіндеме. Кәсіпорынның өзекті мәселелерінің бірі, сапа жүйесінің құру өндіріс өнімінің бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз ету болып табылады. Тиімді бәсекелестік мемлекет пен бизнестің бәсекеге қаблеттілігінің негізі болып табылады. Өндірісті саналы әрі сауатты басқару арқылы көрсетілетін қызметті және өндірілетін тауарды жоғарғы деңгейдегі сапамен қамтамасыз етеді. Сапа бойынша сыйақы заманауи бизнестің талабына сай маңызды орын алады.

Түйін сөздер. Сапа, сапа премиясы, өнім, тұтынушы, бәсекелестік.

УДК 530.1

[1]З.Ж. Жанабаев, [2]Т.Ю. Гревцева, [3]Е.Т. Кожагулов, [4]Р.Б. Асилбаева

([1]КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан
[2]ННЛОТ, Алматы, Казахстан
[3]НИИЭТФ, Алматы, Казахстан
[4]КазНИТУ им. К. Сатпаева, Алматы, Казахстан)

МАСШТАБНО-ИНВАРИАНТНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ МОРФОЛОГИИ НАНОКЛАСТЕРНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛЕНОК

Аннотация. Предложена система отображений с дробными показателями степени, описывающая масштабно-инвариантное распределение носителей заряда и примесей в наноструктурированных полупроводниковых пленках. Получены модели поверхностей полупроводников, содержащих квантовые точки, нити и ямы. Теория учитывает влияние фононов на распределение фрактальных наноструктур. Определены теоретические значения показателя скейлинга, соответствующие типу квантово-размерных образований. Результатытеории подтверждены сопоставлением с многочисленными экспериментальными данными.

Ключевые слова: наноструктура, полупроводник, масштабная инвариантность, морфология.

ВВЕДЕНИЕ

Полупроводниковые пленки, выращенные в неравновесных условиях, содержат наноразмерные структуры в виде квантовых точек, нанонитей и ям, что подтверждается фотографиями, полученными современными микроскопами. Исследование таких материалов является актуальной научной задачей, что в первую очередь связано с их уникальными физическими, в частности, оптическими и электрическими свойствами. Так, например, обнаружено, что кремниевые квантовые нанонити имеют сложную структуру и их наличие на поверхности кремниевого образца может привести к эффекту локализации света [1]. Кроме этого, спектр фотолюминесценции квантовых нанонитей имеет выраженный пик, что позволяет использовать пленки пористого кремния с нанонитями в приборах оптоэлектроники и фотоники [2,3]. Высота квантовых нанонитей влияет на протекание различных процессов, в частности, на быстродействие кремниевых чипов [4]. Ярко выраженными оптическими и электрическими свойствами обладают также квантовые точки и квантовые ямы [5,6].

Таким образом, наноструктуры могут иметь широкое применение в оптоэлектронике, фотонике, фотовольтаике для создания высокочувствительных сенсоров и т.д. [7,8].В частности, применение нанокластерных пленок в качестве поверхностей оптоэлектронных приборов может быть использовано для оптимизации их работы. Например, покрытие квантовыми нанонитями поглощающей поверхности солнечного элемента приводит к минимизации рассеяния и отражения фотонов от поверхности образца, что приводит к повышению его эффективности.

Теоретические работы по изучению наноструктур представляют определенный интерес, поскольку результаты этих исследований могут быть использованы для оптимизации проведения физических экспериментов и снижения их себестоимости.

Представляет интерес описание морфологии полупроводниковых наноструктур через масштабно-инвариантные модели, т.к. эксперименты убедительно показывают наличие фрактальных закономерностей в этих структурах.

Целью настоящей работы является моделирование морфологии поверхностей полупроводниковых пленок, содержащих квантовые точки, нити и ямы, исследование влияния фононов на взаимное расположение квантово-размерных структур на поверхности полупроводниковой пленки, а также классификация наноструктур на основесистемы новых отображений с дробными показателями.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Система уравнений для описания распределения носителей заряда и примесей в нанокластерных полупроводниках

В настоящей работе для описания сложной морфологии поверхностей наноструктурированных полупроводниковых пленок мы применяем альтернативный подход, основанный на теории динамического хаоса. Мы учитываем, что нанокластеры в полупроводниковых пленках нерегулярны, характеризуются свойствами самоподобия и самоаффинности, поэтому могут быть рассмотрены как фрактальные и мультифрактальные объекты [9,10].Для описания морфологии поверхностей полупроводников, содержащих нанокластеры, может быть использовано предложенное нами ранее уравнение фрактальной эволюции меры [11,12]. В качестве фрактальных мер (аддитивных измеримых величин) мы рассматриваем неравновесные концентрации носителей заряда и примесей.

Преимущества нашего метода заключаются в том, что на его основеиспользования равновесных концентраций свободных электронов, дырок и примесей и фрактальной размерности их множеств мы можем описывать и моделировать различные типы квантово-размерных структур, т.е. различать квантовые точки, квантовые нанонити и квантовые ямы.

Суть нашей методики заключается в следующем. Рассмотрим эволюцию по времени $x(t)$ – модуля некоторой функции, связанной с фрактальной мерой (аддитивной величиной, характеризующейся измеримым множеством) в виде

$$\frac{dx(t)}{dt} = sign\left(\frac{dx(t)}{dt}\right)\frac{|\Delta x|}{|\Delta t|^{1-\gamma_0}}, \qquad (1)$$

где γ_0 − статистическая характеристика множества значений t, она введена с це-лью обеспечения условия Лифшица-Гельдера для ограничения производной dx/dt. Модуль приращения $|\Delta x|$ (относительный безразмерный масштаб изме-рения величины $x(t)$) заменим из условия фрактальности меры $x(t)$:

$$x = x_0(|\Delta x|)^{-(D-d)},\ |\Delta x| = \left(\left|\frac{x}{x_0}\right|\right)^{-\frac{1}{\gamma}},\ \gamma = D - d, \qquad (2)$$

где x_0 – нефрактальная регулярная мера, D − фрактальная размерность множества значений $x(t)$, d− топологическая размерность носителя меры. Подставив формулу (2) в формулу (1) перейдем к дискретным разностям. Обозначим дискретную форму знаковой функции через μ_i.

В силу того, что всегда $\Delta t > 0$ знаковая функция $sign\left(dx(t)/dt\right)$ зависит только от Δx_i. Ее изменение по дискретной переменнойi определим в виде

$$\mu_{i+1} = \frac{\Delta x_{i+1}}{\Delta x_i}\bigg|_{x_i = x_{i+1}} = \frac{dx_{i+1}}{dx_i}, \qquad (3)$$

записанном в неподвижной точке. Обычно значения $\mu_{i+1} = \pm 1$ используются для линейного описания эволюции возмущения. Мы определим μ_{i+1} через μ_i и не ставим ограничения на модуль этой величины.

С учетом формул (2) и (3), запишем формулу (1) для случая $x_0 = 1$ в виде

$$\frac{x_{i+1}}{\Delta t}=\frac{x_i}{\Delta t}+\mu_i\left|x_i\right|^{-\frac{1}{\gamma}}\Delta t^{\gamma_0-1}=\frac{x_i}{\Delta t}+\mu_i\left|x_i\right|^{-\frac{1}{\gamma}}\frac{\Delta t^{\gamma_0}}{\Delta t}=\left(x_i\Delta t^{-\gamma_0}+\mu_i\left|x_i\right|^{-\frac{1}{\gamma}}\right)\frac{\Delta t^{\gamma_0}}{\Delta t}. \quad (4)$$

В формуле (4), чтобы можно было выбрать одинаковые моменты времени, исключим величину γ_0. Прежде чем принять $\Delta t=1$ по алгоритму дискретного счета, мы будем моделировать выражение $x_i\Delta t^{-\gamma_0}$ через γ_0: именно это выражение, а не $x_i\Delta t^{\gamma_0}$, соответствует хаотизации значений x_i.

Учтем, что смысл введения величины γ_0 заключается в реализации условия

$$\frac{\Delta x_i}{x_i}=\Delta x,\Delta x^{1/\gamma_0}\Delta t=C,, \quad (5)$$

где $\Delta x,\tau$ – безразмерные приращения.

Смысл параметра C можно трактовать как аналог базы (сложности) сигнала, используемый для характеристики спектра:

$$B=\tau_k\Delta\omega,\ \Delta w\ \square\ \Delta x^{1/\gamma_0},\ \tau_k\ \square\ \Delta t, \quad (6)$$

где τ_k – характерное время корреляции, $\Delta\omega$ – ширина полосы частот. При $\gamma_0=0.5$ мы имели бы $\Delta w\ \square\ \Delta x^2\ \square\ \Delta E$, т.е. условие (5) представляет собой соотношение неопределенностей, записанное через приращение энергии и времени для хаотического процесса. Согласно определениюпараметр C характеризует сложность выбранной точности описания хаотического сигнала. Мера фрактального объекта зависит от точности наблюдения, поэтому в результат теории входит постоянная C, которая включает γ_0.

Принимая $\Delta t=\tau$, окончательно запишем уравнение (4) в следующем виде:

$$x_{i+1}=\left(\frac{1}{C}+\mu_i\right)\left|x_i\right|^{-\frac{1}{\gamma}}. \quad (7)$$

Продифференцировав (8), получим: $$\mu_{i+1}=\left(\frac{\Delta x_{i+1}}{\Delta x_i}\right)_{x_i=x_{i+1}}=-\frac{1}{\gamma}\left(\frac{1}{C}+\mu_i\right)\left|x_i\right|^{-\frac{1}{\gamma}-1}. \quad (8)$$

Формулы (8) и (9) представляют собой искомое отображение фрактальной эволюции меры.

Неравновесное (фрактальное) распределение электронов, дырок и примесей в наноструктурированном полупроводнике на основе описанного отображения перемежаемости фрактальной эволюции может быть описано следующим образом:

$$X_{k,i+1}=\left(\frac{1}{C_k}+\sum_{k=1}^{3}\mu_{k,i}\right)\left|\frac{X_{k,i}}{X_{k,0}}\right|^{-\frac{1}{\gamma_k}},\ \mu_{k,i+1}=-\frac{1}{\gamma_k}\left(\frac{1}{C_k}+\sum_{k=1}^{3}\mu_{k,i}\right)\left|\frac{X_{k,i}}{X_{k,0}}\right|^{-\frac{1}{\gamma_k}-1}, \quad (9)$$

где k = (1, 2, 3) ≡ (n, p, a), обозначения n, p, a описывают распределение электронов, дырок и примесей соответственно; C_k – постоянные, имеющие смысл аналога базы нормированного сигнала, или постоянных соотношения неопределенностей для хаотических процессов; γ_k–разность между фрактальной и топологической размерностями пространства, в котором распределены множества электронов, дырок и примесей; $X_{k,0}$ – равновесная (нефрактальная) концентрация электронов, дырок и

примесей; $\mu_{k,i}$–знаковая функцияили мультипликатор, используемый в теории динамического хаоса. Значения переменной $i = 1, 2, 3, ...$ соответствуют номерам пространственного шага.

Для получения трехмерного изображения поверхности пленки по одномерной последовательности, следующей из отображений (9), мы использовали метод реконструкции динамического хаоса [18]. Для этого нужно развернуть исходную последовательность $X_{i+1} = f\left(X_i\right)$ в ряд наборов с последовательно возрастающими сдвигами, кратными некоторой фиксированной задержке τ. Таким образом, мы получаем следующий набор дискретных переменных:

$$\begin{aligned} &X_1 : X_1\left(t_1\right), ...X_1\left(t_N\right); X_2 : X_1\left(t_1+\tau\right), ...X_1\left(t_N+\tau\right); \\ &X_{j-1} : X_1\left(t_1+\left(j-1\right)\tau\right), ...X_1\left(t_N+\left(j-1\right)\tau\right). \end{aligned} \tag{10}$$

При определенном выборе величины τ эти переменные будут линейно независимыми, что и требуется для определения фазового пространства. Все эти пере-менные можно получить из единственной последовательности $X_{i+1} = f\left(X_i\right).$

Влияние фононов на взаимное расположение квантово-размерных структурна поверхности полупроводника

Взаимное расположение наноструктур на поверхности полупроводниковой пленки может быть как строго упорядоченным (нанокластеры располагаются вдоль прямых линий), так и стохастическим (в расположении кластеров не наблюдается определенного порядка). Различные факторы, в том числе повышение температуры в период роста пленки приводит к смещению положения кластера в случайном направлении и в итоге к разупорядочению рядов наноструктур из-за увеличения интенсивности колебаний кристаллической решетки. Смещение центров кластеров может происходить в различных направлениях. Координаты центра нанокластера при этом могут быть определены как

$$x_\xi = x \pm \sqrt{D}\cdot\xi_x,\ y_\xi = y \pm \sqrt{D}\cdot\xi_y, \tag{11}$$

где x и y – координаты центров кластеров без учета влияния фононов, x_ξ и y_ξ – координаты центров кластеров при учете теплового воздействия, ξ_x и ξ_y – отдельно выбранные случайные числа, принадлежащие интервалу от 0 до 1, D - интенсивность теплового шума.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО АНАЛИЗА

На рисунке 1 приведены модели морфологии поверхностей полупро-водниковых пленок, содержащих квантово-размерные структуры в виде ква-нтовых точек. Рисунок 1(a) получен численным анализом уравнений (9) и (10) без учета наличия фононов.На рисунке 1(b) представлены изображения по-верхностейнанокластерной пленки с учетом наличия фононов, приводящих к изменению упорядоченности нанокластеров на поверхности. Модели поверх-ностей соответствуют экспериментальным микрофотографиям полупроводни-ковых поверхностей, содержащим квантовые точки [13,14].

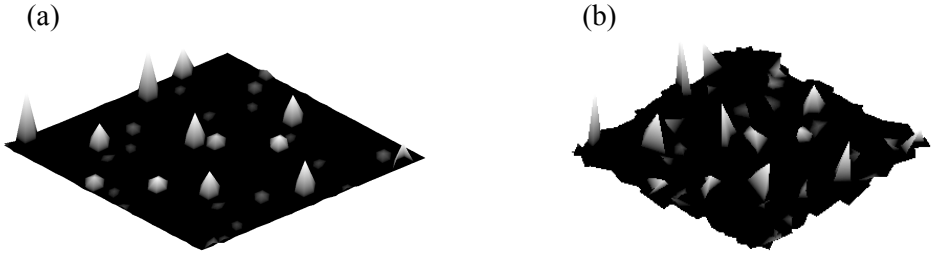


Рис. 1. Морфология поверхностей, содержащих квантовые точки.

$$\gamma_n = 3.806, \gamma_p = 3.618, \gamma_a = 3.194,\ C_n = C_p = C_a = 1.001,\ n_0 = p_0 = 0.25, a_0 = 0.55,\ \tau = 7,$$
$$\text{(a)}-\ \sqrt{D} = 0,\text{(b)} - \sqrt{D} = 0.4.$$

На рисунке 2.(a) показана поверхность полупроводниковой пленки с кван-товыминанонитями, построенной без учета фононов, а на рисунке 2. (b)–с уче-том фононов. Представленные модели качественно соответствуют фото-графиямнанокластерных поверхностей с квантовыми нанонитями [15,16,17].

(a) (b)

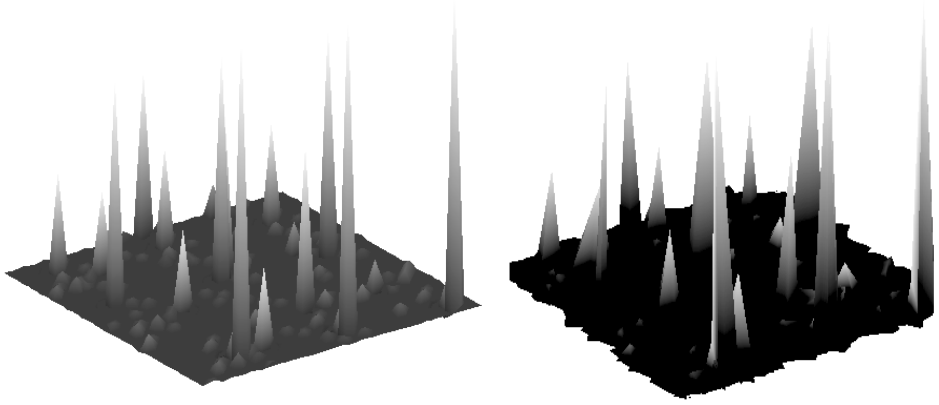


Рис. 2. Квантовые нанонити.

$$\gamma_n = \gamma_a = 2.433,\ \gamma_p = 2.567,\ C_n = C_p = C_a = 1.001,\ n_0 = p_0 = 0.25, a_0 = 0.55,\ \tau = 7,$$
$$\text{a}-\ \sqrt{D} = 0,\text{b} - \sqrt{D} = 0.4.$$

Результаты моделирования квантовых ям на полупроводниковых поверх-ностях представлены на рисунке 3. Результаты имеют те же основные законо-мерности, которые наблюдаются в соответствующих экспериментальных фото-графиях, полученных современной микроскопией [19,20].

(a) (b)

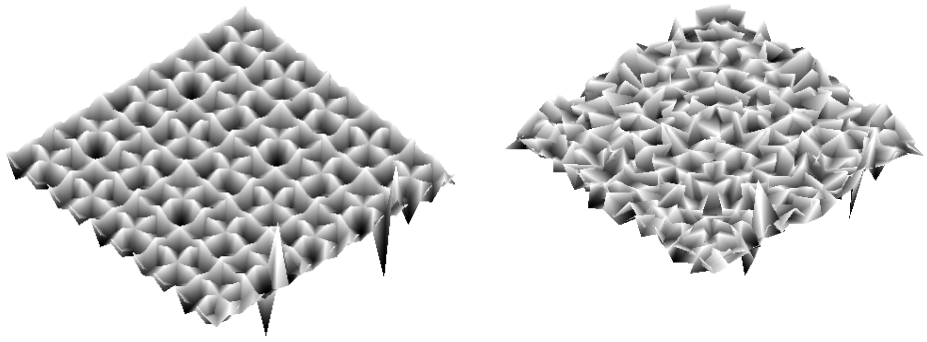


Рис. 3. Морфология поверхности с квантовыми ямами.

$$\gamma_n = 1.195, \gamma_p = 3.999, \gamma_a = 3.999,\ C_n = C_p = C_a = 1.001,\ n_0 = p_0 = 0.25, a_0 = 4.01,$$
$$\tau_x = 11, \tau_y = 8,\ \text{a}-\ \sqrt{D} = 0,\text{b} - \sqrt{D} = 0.5.$$

Фрактальная размерность одномерной реализации

Необходимо выяснить, какова связь теоретического значения параметра $\gamma = D - d$ с его соответствующим значением по одномерной реализации n_{i+1}. Выяснение этого вопроса может служить дополнительным доказательством правомерности предлагаемой модели.

Для определения фрактальной размерности множества концентрации элек-тронов проводимости, полученного решением системы отображений (9), воспользуемся следующим алгоритмом [18]. Определим корреляционную функцию по формуле

$$C(r) = \frac{1}{N^2} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^{N} \Theta\left(r - \left|X_i - X_j\right|\right) \tag{12}$$

где Θ − функция Хевисайда. Рассматриваемые точки X_j отстоят от X_i на расстояние, не превышающее некоторой величины r. При сравнительно малых r функция $C(r)$ меняется как $C(r) = r^D$, таким образом, искомая фрактальная размерность может быть определена из соотношения

$$D = \lim_{r \to 0} \frac{\ln C(r)}{\ln r}. \tag{13}$$

Пример реализации, описывающей зависимость концентрации свободных электронов от пространственного шага, представлен на рисунке 4. На основе формул (12) и (13) мы строим зависимость $\ln C(r)$ от $\ln r$ и методомнаимень-ших квадратов определяем наклон кривой, который, согласно формуле (13), и определяет искомую фрактальную размерность исследуемой реализации (рисунок 5).Зависимость D от параметра $\gamma = \gamma_n = \gamma_p = \gamma_a$ для фрактальной кривой с $d = 1$, полученная формулами (9), (12) и (13), представлена на рисунке 6.

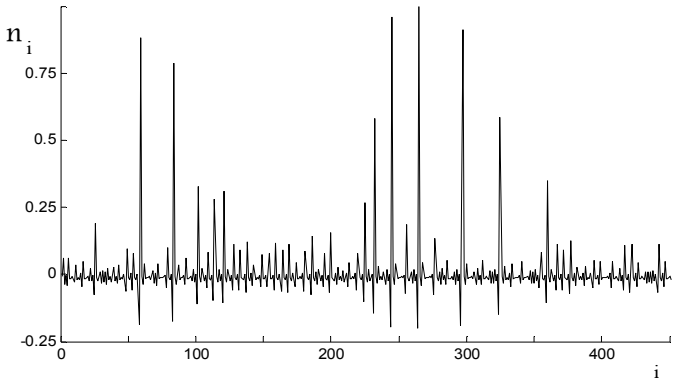


Рис. 4. Реализация отображения (9).

$$\gamma_n = \gamma_p = \gamma_a = 1.5,\ C_n = C_p = C_a = 1.001,\ n_0 = p_0 = 0.25, a_0 = 0.55.$$

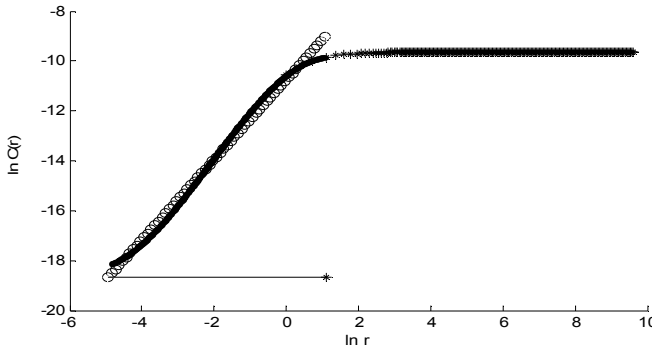


Рис. 5. Зависимость корреляционной функции от расстояния между точками.

$\gamma_n = \gamma_p = \gamma_a = 1.5,\ C_n = C_p = C_a = 1.001,\ n_0 = p_0 = 0.25, a_0 = 0.53.\ D = 1,57.$

При $\gamma > 2$ наблюдаемые значения γ_d при $d = 1$ слабо меняются. Это можно объяснить тем, что мы анализировали γ_d для кривой ($d = 1$), а значение $\gamma = D - d$ может меняться до 3,99. Теоретическое значение γ соответствует размерности окружающего пространства объекта, а реализуемые значения γ_d соответствуют размерности движения объекта с топологической размерностью d. Поэтому на рисунке 6 минимальное значение γ соответствует квантовой яме, а максималь-ное значение – квантовой точке.

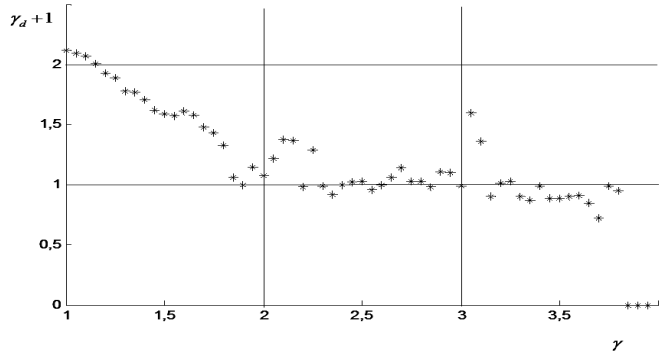


Рис. 6. Зависимость показателя скейлингареализации $n(i)$ от параметра γ.

$C_n = C_p = C_a = 1.001,\ n_0 = p_0 = 0.25,\ a_0 = 0.55.$

Таким образом, возможно количественное описание морфологии нано-структур (квантовые точки, ямы, нити) по соответствующему значению показателя скейлинга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рельеф поверхностей полупроводниковых пленок, содержащих квантово-размерные структуры в виде квантовых точек, нитей и ям описан на основе но-войтеории, базирующейся на фрактальных представлениях о распределении электронов, дырок и примесей в нанокластерных полупроводниках.Результаты моделирования качественно соответствуют экспериментальным данным по изучению морфологии наноструктурированных полупроводниковых пленок. По-лучены модели поверхностей полупроводников при учете влияния фононов на взаимное расположение нанокластеров в период их формирования. Показана возможность классификации наноструктур по показателям скейлинга, входя-щим в исходную систему отображений.

Полученные в работе результаты могут быть использованы для описания электрических и оптических свойств наноструктурированныхполупроводни-ковых пленок.

Работа выполнена при поддержке грантов 3209/ГФ4 и 3084/ГФ4.

ЛИТЕРАТУРА

[1] OsminkinaL.A., GoncharK.A., MarshovV.S., BunkovK.V., PetrovD.V., GolovanL.A., Talkenberg F., Sivakov V.A., Timoshenko V.Yu. Optical properties of silicon nanowire arrays formed by metal-assisted chemical etching: evidences for light localization effect. Nanoscale Research Letters.-2012-Vol. 7.-P. 524-1-6.

[2] Gonchar K.A., Osminkina L.A., Galkin R.A., Gongalsky M.B, Marshov V.S, Timoshenko V.Yu., Kulmas M.N., Solovyev V.V., Kudryavtsev A.A.,Sivakov V.A. Growth, structure and optical properties of silicon nanowires formed by metal-assisted chemical etching. Journal of nanoelectronics and optoelectronics.-2012-Vol. 7.-P. 602-606.

[3] Sivakov V.A., Voigt F., Bröndtrup G., Baure G., Chrinstiansen S.H. Visible room temperature photoluminescence in wet-chemically etched silicon nanowires. NSTI-Nanotech . – 2010. – Vol. 2. – P. 91-94.

[4] YaoZ., Lu Y.W., Kandlikar S.G. Effects of nanowire height on pool boiling performance of water on silicon chips. International Journal of Thermal Sciences-. – 2011. – Vol. 50, Is. 11. – P. 2084-2090.

[5] Garozzo C., Filetti A., Bongiorno C., La Magna A., Simone F., Puglisi R.A. Room temperature evolution of gold nanodots deposited on silicon // Gold Bulletin. – 2014. – Vol. 47, Is. 3. – P. 185-193.

[6] Kuo K.-Y., Hsu Sh.-W., Huang P.-R., Chuang W.-L., Liu Ch.-Ch., Lee P.-T. Optical properties and sub-bandgap formation of nano-crystalline Si quantum dots embedded ZnO thin film // Optics Express. – 2012. – Vol.20, No 10. – P. 10470-10475.

[7] Han H., Huang Zh., Lee W. Metal-assisted etching of silicon and nanotechnology applications // Nano Today. – 2014. – Vol. 9. – P. 271-304.

[8] Chen K.-I., Li B.-R., Chen Y.-T. Silicon nanowire field-effect transistor-based biosensors for biomedical diagnosis and cellular recording investigation. // Nano Today. – 2011. –Vol. 6. – P. 131-154.

[9] Zhanabaev, Z.Zh., &Grevtseva, T.Yu. Fractal Properties of Nanostructured Semiconductors. // Physica B: Condensed Matter. – 2007. - Vol. 391, № 1. - P. 12-17.

[10]ZhanabaevZ.Zh., GrevtsevaT.Yu., Danegulova T.B., Assanov G.S. Optical Processes in Nanostructured Semiconductors. // Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. –2013. - Vol. 10, No 3. – P.673-678.

[11] ZhanabaevZ.Zh., GrevtsevaT.Yu., Physical Fractal Phenomena in Nanostructured Semiconductors. // Reviews in Theoretical Science. – 2014. – Vol. 2, No 3. – P. 211-259.

[12] ZhanabaevZ.Zh., GrevtsevaT.Yu., Ibraimov M.K. Morphology and Electrical Properties of Silicon Films with Vertical Nanowires. // Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. – 2016. – Vol. 13. – P. 615-618.

[13] Wang Y., Wang H., Guo J., Wu J., Gao L.J., Sun Y.H., Zhao J., Zou G.F. Water-Soluble Silicon Quantum Dots with Quasi-Blue Emission. // Nanoscale Research Letters. – 2015. – Vol. 10, No 1. – P. 1-5.

[14] Cheng X., Gondosiswanto R., Ciampi S., Reece P.J., Gooding J.J. One-pot synthesis of colloidal silicon quantum dots and surface functionalization via thiol-eneclick chemistry. // Electronic Supplementary Material (ESI) for Chemical Commu-nications. – 2012. – Vol. 48. No 97. – P. 1-8.

[15] Hochbaum A.I., Gargas D., Hwang Y.J., Yang P. Single Crystalline Meso-porous Silicon Nanowires. // Nano Letters. – 2009. – Vol. 20, No 10. – P. 3550-3554.

[16] Huang Sh., Yang Q., Yu B., Li D., Zhao R., Li Sh., Kang J. Controllable synthesis of branched ZnO/Si nanowire arrays with hierarchical structure. // Nanoscale Research Letters. – 2014. – Vol. 9. – P. 328-1-9.

[17] Osminkina L.A., SivakovV.A., Mysov G.A., Georgobiani V.A., Natashina U.A., Talkenberg F., Solovyev V.V., Kudryavtsev A.A., TimoshenkoV.Yu. Nanoparticles prepared from porous silicon nanowires for bio-imaging and sonodynamic therapy. // Nanoscale Research Letters. – 2014. – Vol. 9. – P. 463-1-7.

[18] Nicolis G., Prigogine I. Exploring Complexity. An Introduction. – NewYork: W.H. Freeman and Company, 1990. – p. 342.

[19] Martínez L., Ocampo O., Kumar, Y., Agarwal V. ZnO-porous silicon nanocomposite for possible memristive device fabrication // Nanoscale Research Letters. – 2014. – Vol. 9. – P. 437-1-6.

[20] Thornton T.J., Fernandez J.M., Kaya S., Green P.W., Fobelets K. Si:SiGe quantum wells grown on (118) substrates: Surface morphology and transport properties. // Appl. Phys. Lett. – 1997. – Vol. 70, No 10. – P. 1278-1280.

Жанабаев З.Ж., Гревцева Т.Ю., Кожагулов Е.Т., Асилбаева Р.Б.

Нанокластерлік шалаөткізгіштік қабыршақтардың морфологиясының масштабты инвариантты заңдылықтары

Түйіндеме. Наноқұрылымданған шалаөткізгіш қабыршақтардағы заряд тасушылармен қоспалардың масштабты инвариантты таралуын сипаттайтын, дәрежесі бөлшекті көрсеткішке ие бейнелеу жүйесі ұсынылды.Кванттық нүкте, кванттық жіп және кванттық шұңқырлары бар шалаөткізгіштердің беттерінің моделдері алынды. Теория фракталды наноқұрылымдардың таралуына фонондардың әсерін ескереді.Скейлинг көрсеткішінің кванттық өлшемді құрылымдардың түрлеріне сәйкес келетін теориялық мәндері анықталды. Теория нәтижелері көптеген эксперимент нәтижелерімен салыстырылып, расталды.

Кілттік сөздер-наноқұрылым, шалаөткізгіш, масштабты инварианттылық, морфология.

Zhanabaev Z.Zh., Grevtseva T.Yu., Kozhagulov Y.T., Assilbayeva R.B.

Scale-invariant regularities of morphology of nanostructured semiconductors

Summary. We suggest a new system of maps with fractional exponents for the description of scale-invariant distribution of current carriers and impurities in nanostructured semiconductor films. We have described morphology of semiconductors containing quantum dots, quantum nanowires and quantum wells. Using of our theory we can take into account influence of phonons on distribution of fractal nanostructures. We have defined values of scaling factor corresponding to a quantum-size formation of certain type. Results of our theory have been confirmed by numerous experimental data.

Key words: Nanostructure, Semiconductor, Scale-invariance, Morphology

УДК 620.97

[1]М.А. Понятова, [1]Т.С. Иманов, [1]Д.И. Ерёмин, [2]Н.И. Ягфарова, [2]М.К. Турарбеков
([1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева
[2]Институт космической техники и технологий
Алматы, Республика Казахстан nadiya1006@gmail.com)

АНАЛИЗ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ДЛЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Аннотация. В данной статье рассматривается турбулентность воздушного потока как один из важнейших факторов, определяющих эффективность ветроэнергетической установки. Раскрыты такие понятия как характеристики ветра, ламинарное и турбулентное течение. Детально рассмотрена зависимость мощности ВЭУ от числа Рейнольдса, зависимость аэродинамических характеристик лопастей от числа Рейнольдса, проанализированы экспериментальные расчеты аэродинамических характеристик лопастей, а также изучена зависимость мощности ВЭУ от аэродинамических характеристик лопастей ВЭУ.

Ключевые слова: турбулентность, воздушный поток, ветроэнергетическая установка (ВЭУ), мощность ВЭУ, аэродинамические характеристики лопастей.

Введение

Турбулентность воздушного потока является одним из важнейших факторов определяющих эффективность ветроэнергетической установки (ВЭУ). Анализ этого фактора позволяет определить работоспособность ВЭУ в различных условиях, также позволяет оценить качество ВЭУ и его элементов, в частности лопастей.

Характеристики ветра, ламинарное и турбулентное течение

ВЭУ превращают кинетическую энергию неуправляемого ветрового потока в электрическую энергию. Для правильного понимания режима работ ветроэлектрических установок рассмотрим особенности воздушного потока.

Воздушный поток является движением воздуха (газа), следовательно, подчиняется законам гидродинамики и может быть ламинарным или турбулентным.

Ламинарным потоком называется упорядоченный режим потока вязкой жидкости (или газа), характеризующийся отсутствием перемешивания между соседними слоями жидкости [1]. При ламинарном состоянии воздушный поток является устойчивым, что позволяет установить закономерность движения воздушного потока. Однако поток не всегда является ламинарным, и переход в турбулентное состояние делает его непредсказуемым.

Турбулентным потоком называется поток жидкости или газа, при котором частицы жидкости совершают неупорядоченные, хаотические движения по сложным траекториям, а скорость, температура, давление и плотность среды испытывают хаотические отклонения этих величин от их средних значений [2]. В настоящий момент не существует точного аналитического решения для системы уравнений описывающей турбулентный поток, однако установлены определенные параметры, позволяющие предугадать переход жидкости или газа из ламинарного состояния

в турбулентное состояние. Основным параметром, характеризирующим переход ламинарного потока в турбулентное состояние, является число Рейнольдса.

Число Рейнольдса выражает относительную роль сил инерции и трения в динамике течения [3]:

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho \upsilon D_{\Gamma}}{\eta} \qquad (1)$$

где ρ - плотность среды, кг/м^3 (1.225 кг/м^3 плотность воздуха);

υ - характерная скорость течения, м/с;

D_{Γ} - гидравлический диаметр, м. Гидравлический диаметр – это мера эффективности русла в пропускании потока жидкости;

η - динамическая вязкость среды, Па·с или кг/(м·с). Динамическая вязкость это количественная характеристика сопротивления жидкости или газа смещению одного слоя относительно другого.

Итак, эффективность работы ВЭУ зависит от состояния воздушного потока, которое может быть ламинарным или турбулентным. Переход воздушного потока из ламинарного состояния в турбулентное можно определить через число Рейнольдса. Возмущение воздушного потока, что вызывает турбулентное течение, может быть вызвано лопастями ВЭУ при вращении, однако при правильном расположение лопастей относительно направления воздушного потока и при корректных значениях аэродинамических характеристик лопастей можно сохранить ламинарное состояние воздушного потока, следовательно, и эффективность работы ВЭУ. В следующем разделе будет рассмотрено влияние числа Рейнольдса на эффективность работы ВЭУ.

Зависимость мощности ВЭУ от числа Рейнольдса

Число Рейнольдса характеризует состояние воздушного потока, что имеет непосредственное влияние на работу ВЭУ. Однако для того чтобы установить зависимость между мощностью ВЭУ и числом Рейнольдса необходимо определить влияние числа Рейнольдса на аэродинамические силы возникающие в лопастях ВЭУ.

Зависимость аэродинамических характеристик лопастей от числа Рейнольдса.

Рассмотрим векторы скоростей и сил, возникающих в элементе лопасти ветроколеса.

На рисунке 1 показаны: составляющие вектора относительной скорости, силы, возникающие при взаимодействии воздушного потока с лопастью, а также углы необходимые для расчета сил [4]:

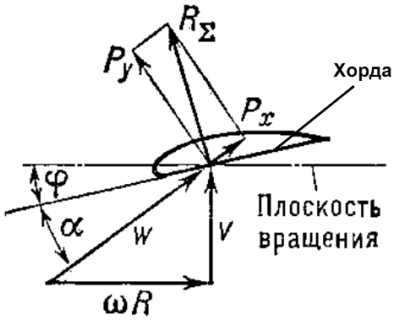


Рис. 1. Профильное сечение лопасти

R - радиус лопасти;
V - скорость ветра;
ωR - линейная скорость лопасти;
W - относительная скорость;
α - угол атаки;
φ - угол установки лопасти;

P_x - вектор силы лобового сопротивления;

P_y - вектор подъемной силы;

R_Σ - аэродинамическая сила.

По второму закону Ньютона, величина результирующей силы R_Σ зависит от проекций сил P_y и P_x на плоскость вращения x и на нормальную плоскость y (Рисунок 2):

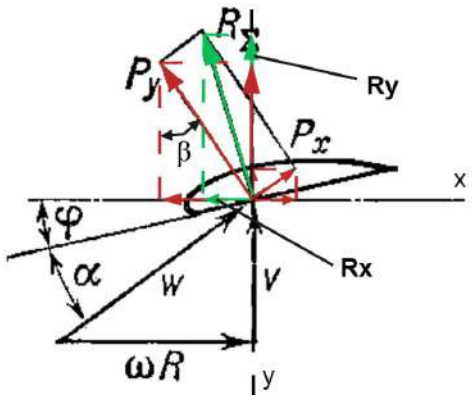


Рис. 2. Проекции сил

$\beta = \alpha + \varphi$ - угол проекции.

Приведем силу R_Σ в скалярную форму:

$$\text{OX: } dF_x = P_y \sin\beta - P_x \cos\beta \tag{2}$$

$$\text{OY: } dF_y = P_y \cos\beta + P_x \sin\beta \tag{3}$$

dF_x - осевая сила;

dF_y - окружное усиление.

Выясним, какова зависимость между аэродинамической силой и основными величинами, характеризующими движущееся тело [5].

Аэродинамическая сила является результирующей сил трения τ и давления частиц p среды (воздушного потока), распределенных по поверхности тела Σ (элемента лопасти):

$$P_x = -\int_\Sigma \left(p\cos(p,x) + \tau\cos(\tau,x) \right) d\Sigma \tag{4}$$

$$P_y = \int_\Sigma \left(p\cos(p,y) + \tau\cos(\tau,y) \right) d\Sigma \tag{5}$$

Приведем интегралы к безразмерному виду. Выразим $p - p_\infty$ и τ через коэффициенты напряжения $\overline{p}$ и $\overline{\tau}$ по известным формулам [5]:

$$p - p_\infty = \overline{p}\frac{p_\infty W^2}{2}, \tau = \overline{\tau}\frac{p_\infty W^2}{2} \tag{6}$$

Для приведения $d\Sigma$ к безразмерному виду необходимо разделить $d\Sigma$ на площадь элемента лопасти S равному произведению длины элемента dr на ширину b.

Окончательно, формула для аэродинамической силы примет вид:

$$P_x = -\frac{\rho W^2}{2} \cdot bdr \cdot \int_\Sigma \left(\overline{p}\cos(p,x) + \overline{\tau}\cos(\tau,x) \right) \frac{d\Sigma}{b \cdot dr} \tag{7}$$

$$P_y = \frac{\rho W^2}{2} \cdot bdr \cdot \int_{\Sigma} \left(\overline{p} \cos(p, y) + \overline{\tau} \cos(\tau, y) \right) \frac{d\Sigma}{b \cdot dr} \tag{8}$$

Интегралы в данных формулах представляют собой безразмерную величину и характеризуют коэффициенты лобового сопротивления и подъемной силы.

Обозначим интегралы через c_x и c_y. Добавим отрицательный знак в формуле лобового сопротивления к коэффициенту c_x, для удобства в дальнейших вычислениях.

Заменим подъёмную силу P_y и лобовое сопротивление P_x в формулах (2) и (3):

$$dF_x = \frac{\rho W^2}{2} bdr \cdot \left(c_y \sin\beta - c_x \cos\beta \right) \tag{9}$$

$$dF_y = \frac{\rho W^2}{2} bdr \cdot \left(c_x \sin\beta + c_y \cos\beta \right) \tag{10}$$

ρ - плотность воздуха 1.225 кг/м³.

Для получения полной осевой силы и окружного усиления всего ветроколеса необходимо проинтегрировать выражения (9) и (10) [6]:

$$F_x = \int_{r_0}^{R} \left(\frac{dF_x}{dr} \right) \cdot dr \tag{11}$$

$$F_y = \int_{r_0}^{R} \left(\frac{dF_y}{dr} \right) \cdot dr \tag{12}$$

Где:

r_0 - радиус нерабочей части ветроколеса, не участвующей в создании этих сил;

R - радиус ветроколеса.

Основные формулы для аэродинамических сил позволяют установить параметры, от которых зависят коэффициенты сопротивления. Возьмем, например, формулу для коэффициента силы лобового сопротивления:

$$c_x = -\int_{\Sigma} \left(\overline{p} \cos(p, x) + \overline{\tau} \cos(\tau, x) \right) \frac{d\Sigma}{b \cdot dr} \tag{13}$$

Для тела заданной формы $\cos(p, x)$ и $\cos(\tau, x)$ зависят от направления осей координат скоростной системы, т.е. от ориентировки тела по отношению к этой системе, определяемой углом атаки α и углом скольжения β; $\overline{p}$ и $\overline{\tau}$ зависят то числа Рейнольдса R, числа Фруда Ф и других критериев динамического подобия. Таким образом, для тела заданной формы (элемента лопасти) [7]:

$$c_x = F\left(\alpha, \beta, R, \Phi, \ldots \right) \tag{14}$$

Установить теоретическую зависимость между этими параметрами в настоящий момент невозможно, однако существуют экспериментальные расчеты аэродинамических параметров различных тел (в частности лопастей), на основе которых можно определить аэродинамические характеристики этих тел.

Экспериментальные расчеты аэродинамических характеристик лопастей

Для того чтобы установить влияние воздушного потока на аэродинамические параметры лопастей были рассмотрены экспериментальные данные проведенные в Университете Малага

(Испания) с целью определить изменения аэродинамических характеристик лопасти NACA0012 [8] от числа Рейнольдса и угла атаки и опубликованные в научном журнале «Aerospace Science» [9].

Рассмотрим экспериментальные данные на рисунке 3, где представлены изменения аэродинамического качества лопасти в зависимости от угла атаки α и числа Рейнольдса. Аэродинамическим качеством лопасти является отношение коэффициента подъемной силы c_y на коэффициент лобового сопротивления c_x.

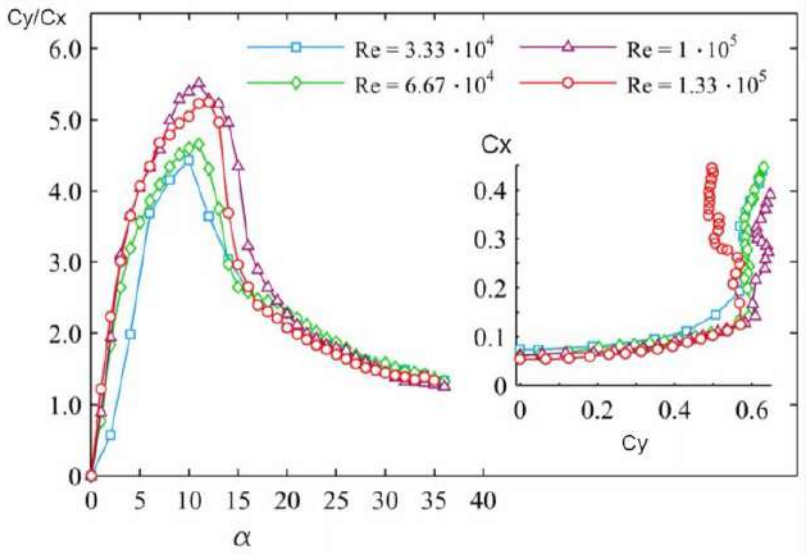


Рис. 3. Аэродинамическое качество лопасти.

На основе этих данных можно сделать вывод, что при увеличении числа Рейнольдса аэродинамическое качество увеличивается, но чем выше число Рейнольдса, тем слабее идет увеличение.

Более наглядный пример влияния числа Рейнольдса на эффективность работы ВЭУ можно увидеть в разделе 3.4.

Зависимость мощности ВЭУ от аэродинамических характеристик лопастей ВЭУ.

Для того чтобы установить зависимость между мощностью вращения лопастей и аэродинамическими характеристиками лопастей ВЭУ необходимо определить крутящий момент вращения лопастей относительно оси ветроколеса [10].

Крутящий момент относительно оси ветроколеса, равен:

$$dM = dF_x r \tag{14}$$

Полный момент всего ветроколеса получим, проинтегрировав выражение (14):

$$M = \int_{r_0}^{R} \left(\frac{dM}{dr} \right) \cdot dr \tag{15}$$

Для расчета мощности N через крутящий момент необходимо умножить полный момент M (14) на угловую скорость лопасти ω:

$$N = n \cdot \frac{\rho W^2}{2} \cdot \omega R \cdot \left(c_y \sin\beta - c_x \cos\beta \right) \cdot \int_{r_0}^{R} b(r) \cdot dr \tag{16}$$

n - количество лопастей;

$b(r)$ - функция, описывающая форму лопасти (зависит от геометрических характеристик лопасти).

Относительную скорость W можно рассчитать по следующей формуле:

$$W = \sqrt{V^2 + (\omega R)^2} \tag{17}$$

Параметром, характеризующим эффективность работы ветроэнергетической установки, является коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ). Данный параметр также зависит и от многих других параметров, однако основное влияние на него имеют аэродинамическое качество лопасти и быстроходность ВЭУ. Быстроходностью является отношение линейной скорости вращения лопастей к скорости воздушного потока. Как было определено в разделе 3.2, аэродинамическое качество лопасти зависит от числа Рейнольдса, что подтверждает зависимость КИЭВ от числа Рейнольдса.

Экспериментальные данные изменения коэффициента использования энергии ветра ВЭУ от числа Рейнольдса.

Для наглядного представления влияния числа Рейнольдса на производительность ВЭУ рассмотрим также результаты экспериментальных данных ВЭУ опубликованные в научном журнале [11], экспериментальные данные показывают изменение КИЭВ в зависимости от быстроходности и числа Рейнольдса, рисунок 4.

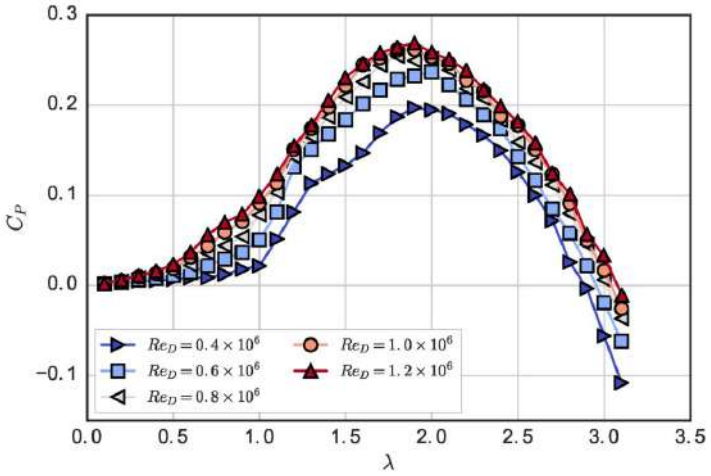


Рис. 4. КИЭВ в зависимости от быстроходности и числа Рейнольдса.

где: C_P - коэффициент использования энергии ветра;

λ - быстроходность.

На основе этих экспериментальных данных можно увидеть, что увеличение числа Рейнольдса способствует повышению КИЭВ, однако это увеличение стремится к нулю при больших значениях числа Рейнольдса. Подобное увеличение демонстрируется и в экспериментальных данных аэродинамического коэффициента лопастей.

Вывод

Воздушный поток является изменчивой средой. Законы, действующие при одном состоянии потока (ламинарном), не работают при изменении в другое состояние (турбулентном). В связи с этим ВЭУ теряют свою эффективность, что ставит главной задачей для ВЭУ поддержание ламинарного состояния воздушного потока и уменьшение влияния вращения лопастей на воздушный поток.

Существуют параметры, характеризующие изменение воздушной среды. Одним из основных таких параметров является число Рейнольдса. Для определения влияния числа Рейнольдса на эффективность работы ВЭУ необходимо использовать экспериментальные данные, демонстрирующие изменение основных параметров в зависимости от числа Рейнольдса. На основе этих данных было

установлено, что увеличение числа Рейнольдса способствует улучшению работы ВЭУ, однако чем выше данный параметр, тем слабее увеличение эффективности. Также было установлено, что при увеличении быстроходности ВЭУ падает эффективность работы установки, это объясняется тем, что частота вращения лопастей возмущает воздушный поток и нарушает ламинарное состояние потока. При правильном расчете геометрических параметров лопастей, вращение лопастей будет меньше влиять на воздушный поток.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ламинарное течение, Энциклопедия Физики и техники, [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: http://femto.com.ua/articles/part_1/1912.html, (дата обращения: 14.04.2016, время: 15.15).

[2] Словари и энциклопедии, Академик, Турбулентный поток, [Электронный ресурс] - Режим доступа URL:

[3] http://dic.academic.ru/searchall.php?SWord=%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B1%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9+%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA&from=xx&to=ru&did=&stype, (дата обращения: 15.04.2016, время: 09.44).

[4] Механика жидкостей и газов, Число Рейнольдса, [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: http://www.rau.am/fiz_osnovy_mexaniki/Lections/L19/L19-7.htm, (дата обращения: 15.04.2016, время: 11.50).

[5] Неисчерпаемая энергия, Ветроэнергетика, В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев, Национальный аэродинамический университет им Н.Е. Жуковского – Харьков 2004 г. – с. 68-75.

[6] Аэродинамика. Общий курс, Н.Я. Фабрикант – Москва 1964 г. – стр. 189-195.

[7] Ветродвигатели и ветроустановки, СЕЛЬХОЗГИЗ, Е. М. Фатеев – Москва 1948 г. – с. 51-59.

[8] Аэродинамика. Общий курс, Н.Я. Фабрикант – Москва 1964 г. – стр. 195-197.

[9] Turbulence Modeling Resource, Langley Research Center, C. Rumsey, Langley, [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: http://turbmodels.larc.nasa.gov/naca0012_val.html, (дата обращения: 19.04.2016, время: 10.40).

[10] Comparison of the Aerodynamic Characteristics of the NACA0012 Airfoil at Low-to-Moderate Reynolds Numbers for any Aspect Ratio, S. Martínez-Aranda, A. L. García-González, L. Parras, J. F. Velázquez-Navarro, C. del Pino, International Journal of Aerospace Sciences, [Электронный ресурс] - Режим доступа URL: http://article.sapub.org/10.5923.j.aerospace.20160401.01.html, (дата обращения: 19.04.2016, время: 14.08).

[11] Ветроэлектрические станции, Государственное Энергетическое Издательство, В.Н Андрианов, Д.Н. Быстрыцкий, К.П. Вашкевич, В.Р. Секторов – Москва 1960 г. – с. 24-45.

[12] Effects of Reynolds Number on the Energy Conversion and Near-Wake Dynamics of a High Solidity Vertical-Axis Cross-Flow Turbine, University of New Hampshire, P. Bachant, M. Wosnik, Durham, [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: http://www.mdpi.com/1996-1073/9/2/73/htm, (дата обращения: 20.04.2016, время: 08.46).

Понятова М.А., Иманов Т.С., Ерёмин Д.И., Ягфарова Н.И., Турарбеков М.К.

Желэнергетикалық қондырғысына арналған әуе ағынының турбуленттілік талдамасы

Түйіндеме. Мақалада желэнергетикалық қондырығының тиімділігін анықтайтын маңызды факторлардың бірі ретінде әуе ағынының турбуленттігі қарастырылады. Әуе ағыны өзгеріске ұшырап тұратын ортаға жатады. Ағынның бір күйіндегі қолданыстағы заңдар басқа күйінде жұмыс істемейді. Осыған байланысты ЖЭҚ өзінің тиімділігін жоғалтады, ол әуе ағынының ламинарлылық күйін қолдау және әуе ағынына қалақшаның айналу әсерін азаюы ЖЭҚ үшін негізгі мәселе болып табылады.

Әуе ортасының өзгеруін сипаттайтын параметрлер бар. Бұндай негізгі параметрлердің бірі Рейнольдс саны болып табылады. Рейнольдс санының ЖЭҚ жұмыс тиімділігіне әсерін анықтау үшін Рейнольдс санына байланысты негізгі параметрлердің өзгеруін көрсететін эксперименттік деректерді қолдану қажет.

Түйінді сөздер: турбулентті, әуе ағыны, желэнергетикалық қондырғы (ЖЭҚ), ЖЭҚ қуаты, қалақшаның аэродинамикалық сипаттамасы.

Ponyatova M.A., Иманов Т.С., Ерёмин Д.И., Ягфарова Н.И., Турарбеков М.К.

Analysis of air turbulence for wind power plants

Summary. The article reflects turbulence of the air flow as one of the most important factors determining the efficiency of the wind power plant. The air stream is changing environment. The acting laws in a single state of the flow do not work in another state. In this regard, wind power plants are losing their effectiveness, that puts the main task for the wind turbine to maintain laminar air flow conditions and decrease the influence of rotation of the blades to the airflow. There are parameters, that characterize the change in the air environment. One of the parameter is the Reynold's

number. To determine the effect of Reynolds number on the efficiency of the wind turbine it is necessary to use the experimental data that shows the change of the main parameters depending on Reynold's number.

Key words: wind power plant, turbulence, air flow, wind turbine power, the aerodynamic characteristics of the blades.

УДК 65.011.56

[1]А.К. Муслимова, [2]А.Т. Жапарова

([1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,
[2]ВКГТУ им.Д.Серикбаева, Усть-Каменогорск, Республика Казахстан)

АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ӨНДІРІСТЕРГЕ АРНАЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ИНФРАҚҰРЫЛЫМ ВИРТУАЛИЗАЦИЯСЫ ТЕХНОЛОГИЯСЫНҚҰРУ

Түйіндеме. Өндірісті виртуализациялау физикалық және ақпараттық құралдар арасында физикалық нысандарды және операцияларды компьютерлік үлгілеу құралдары көмегімен өзара сәйкестікті орнатуға мүмкіндік береді. Бұл мақалада автоматтандырылған өндірістерге арналған ақпараттық инфрақұрылым виртуализациясы технологиясын сипатталған.

Кілтті сөздер: виртуализациялау технологиясы, ақпараттық инфрақұрылым, өндірісті виртуализациялау, инфрақұрылымдық виртуализация.

Кіріспе. Жаһандық экономиканың дамуы және бүкіл әлемді қамтитын байлыныстың компьютерлік құралдарының пайда болуы кәсіпорындардың жаңа – виртуальді құрылымының пайда болуына негіз болды. Ол келесі басты қағидаттарға негізделген:

1) Кәсіпорынның аумақтық тұтастығынан бас тарту. Бөлшектерді және жинақтаушы бұйымдарды сізден біреу жақсырақ, жылдам және арзан жасайтын болса, оны дербес жасау қажеттілігі болмайды.

2) Бірлескен өнімнің өндірісі жөніндегі серіктестер, оларды жеткізу сапа стандарттарына және технологиялық деңгейіне сай келетін болса,әрекет етеді. Егерде серіктестердің жабдығы мен технологиялары ескірсе, жаңасын іздестіру қажет.

3) Жаһандық экономикада серіктестердің іздестірілуі бүкіл әлем бойынша жүргізілуге тиіс. Тарихи қалыптасқандай, барлық елдерде өнертабыстар мен жаңалық ашулар орын алуда. Көп жағдайда оларды шағын фирмалар немесе жеке адамдар жүзеге асыруда.

4) Кәсіпорынның ең жоғары тиімділікпен қолданыстағы және сатып алынатын ресурстарды қолдана отырып, икемді құрылымының болуы қолайлы.

5) Технологиялардың жылдам даму жағдайларында, әсіресе, өнімнің қандай көлемі шығарылатыны белгісіз болса, жабдықты, стационарлық тұрғынжайларды сатып алуға үлкен ақша салу ұтымсыз болуда.

6) Өндірістік емес шығыстарды, әсіресе басқарумен байланысты шығындарды, қысқарту дұрыс болар еді[1].

Жоғарыда аталған қағидаттарды негізге ала отырып, виртуальді кәсіпорынды (ВК) нақты өнімді шығаруға бағдарланған және де оны жасау кезеңіне ғана өндірістік мүмкіншіліктерді және алдын ала белгілі көлемде және тіркелген уақытқа деген шарттық талаптармен басқа объектілермен (кәсіпорындармен, кәсіпкерлермен, жеке тұлғалармен) ұсынылған ресурстарды біріктіру жолымен құрылған құрылым ретінде анықтаймыз[2]. Осындай объектілерді виртуальді деп атаймыз.

1. Өндірісті виртуалдау мәселелерін талдау

Бірнеше құрамдас бөліктерден тұратын қандай да бір бұйымды шығару үшін қажетті тараптарды жасауға дайын виртуалдарды іздестіріп, белгілі мерзімде және қажетті орынға оларды жеткізу жайлы уәделесу керек. Виртуалдарды іздестіру Интернетті қолданумен әлемнің әр елдерінде атқырыла алатындығы ВК-ның маңызды ерекшелігі болуда.

Нақты сыртқы және ішкі жағдайларға байланысты ВК жұмыстарының бір бөлігін жеке ресурстарын (мысалы, оны сапасы жоғары болат ретінде қайта өңдеу мақсатында шойын жасау) қолданып атқара

алады. Виртуалдар өндірістік операцияларды атқарумен қатар, өзге де функцияларды атқару үшін жұмылдыру мүмкін. Мысалы, маркетингтік зерттеуді жүргізу немесе өткізілімді ұйымдастыру үшін. Өндірісте виртуалды ұйымдастыру аясында шарттық қатынастардың екі түрі қолданылады. Бұл ВК өнімнің қажетті құрамдастарын белгілі мерзімде алдын ала анықталған баға бойынша сатып алатын немесе виртуалдан жеке технологиялық циклдерді орындау үшін оның ресурстарының белгілі көлемін алатын келісім. Алайда шартты жасау кезінде виртуалда қандай да бір операцияларды атқару барысына, онда қандай білдектердің бар болуына және де оның басқару жүйесі қалай ұйымдастырылғанына қызығушылығы жоқ. Осының барлығы белгіленген кірістерімен және шығуларымен қара жәшік ретінде қарастырылады.

Кейбір зерттеушілер, мысалы, Вютрих және Филипп [3], нәтижесінде виртуалдар ВК билігіне кадрларды, шикізатты, басқару қрылымдарын, қаржы құраларын береді деп санайды. Бірақ, бұл басты нұсқа емес. Менің ойымша, виртуал атқаруын қолға алған жұмыстың тәсілін өздігінен таңдағанда, неғұрлым тиімді шешімге қол жеткізіледі.

Өндірістің қарастырылып отырған ұйымдастырылуының негізінде виртуалдар кез келген жерде, кез келген елде болуы мүмкін деген идея жатыр. Ал сол арада олармен байланыс жасау үшін дүниежүзілік ақпараттық желі, жинақтаушы бөлшектерін жеткізу мақсатында – заманауи көлік құралдары пайдаланылады. ВК басқару орталықтан жүзеге асырылады. Осы орталық виртуалдарды іздестіреді, шарттарды дайындап бекітеді, шұғыл байланысты қолдап отырады, қабылдап алған міндеттемелердің орындалуын, олармен есеп айырысуды, бухгалтерияның жүргізілуін және басқа сыртқы операцияларды бақылайды. Осындай көзқараста виртуалды кәсіпорынға үлкен аумақ қажетті емес, ал оның негізін компьютерлік құралдарымен және Интернетпен жабдықталған басқару жүйесі құрастырады. Ол жаңа ұсыныстарды үнемі іздестіріп, өнім өндірісіне қосылу мүмкін әлеуетті әріптестердің іздестіруін жүргізеді. Жаңа неғұрлым ұтымды ұсыныстар пайда болған жағдайда, ол әріптестерін өзгерту мүмкін.

2. Жұмыс станцияларын виртуалдау технологияларының жалпы тұжырымдамаларын талдау

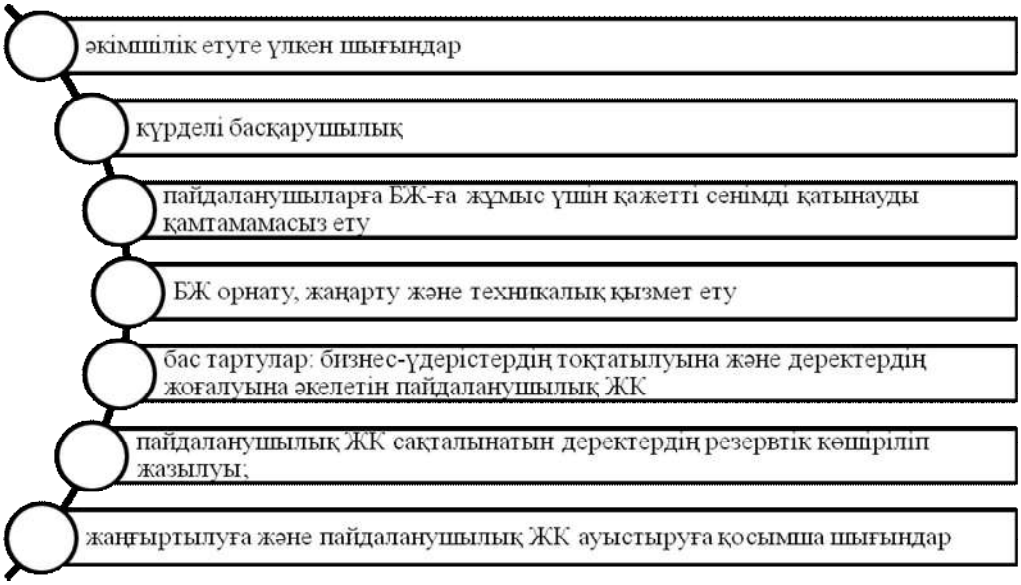
Соңғы кезде ақпараттық технологиялар саласында «виртуалдау» деп аталатын байланысты бағыттар үлкен танымдылыққа ие болуда. Виртуалдау деп есептеулер қолданыстағы бағдарламалық немесе аппараттық объектілерді толығымен эмулдайтын жеке бағдарламалық ортада өтетін жұмысты ұйымдастыру тәсілін атаймыз.

Заманауи мамандандырылған бағдарламалық құралдарды қолдана отырып, операциялық жүйелерді; қосымшаларды (бағдарламалық жасақтама, БЖ); аппараттық жинақтауыштарды (процессор, қатты диск және т.б.); деректерді сақтау жүйелерді; серверлерді; жұмыс станцияларын (жеке компьютерлер, ЖК) виртуалдауға болады.

Сонымен, виртуальді жұмыс станция жеке ЖК жұмысын толығымен эмулдайтын бағдарламалық контейнер болып табылады. Виртуальді жұмыс станция жеке операциялық жүйеден, қосымшалардан және виртуальді (яғни бағдарламалық) жинақтауыштардан [4]: виртуальді процессорден; виртуальді оперативтік жадыдан; виртуальді қатты дискіден; виртуальді желілік интерфейстік картадан тұрады.

Операциялық жүйе, қосымшалар және желідегі басқа компьютерлер виртуальді жұмыс станцияны физикалық станциядан айыра алмайды. Бұған қарамастан, ол тек бағдарламалық жасақтамадан тұрады және онда мүлдем аппараттық құрауыштар жоқ [5]. Сондықтанда виртуальді, жұмыс станцияларында жеке станциялармен салыстырғанда бірқатар артықшылық бар. Ал автоматтандырылған жұмыс орындарының жаймаламауы, қызмет көрсетілуі және қолдауы кез келген кәсіпорынның негізгі және еңбекті көп қажет ететін міндеттердің бірі болып табылуда.

ЖК (жұмыс станциялардың) қарапайым қолданылуы бірқатар қиындықтар тудырады (сурет 1).



1-сурет. Қарапайым жұмыс станциялардың қолдану қиындықтары

Арнайы ЖБ көмегімен пайдаланушылық ЖК-де («гипервизор» деп аталатында [6]) виртуалдану жағдайында, компьютердің аппараттық ресурстары бірнеше оңашаланған бөлшекке бөлінеді. Оның әр бөлшегі жеке операциялық жүйемен, қосымшалармен және теңшеулермен виртуальді жұмыс станциясын құрайды. Сонда гипервизор қолданыстағы операциялық жүйенің үстіне (2-типтегі гипервизор), сондай-ақ тікелей компьютердің «теміріне» (1-типтегі гипервизор) орнатылуы мүмкін. 2-типтегі гипервизор қолданылатын операциялық жүйедегідей (хосталық ОЖ) бағдарламалық деңгейде атқарылады және өз жеке операциялық жүйелерімен (қонақты ОЖ) виртуальді жұмыс станцияларын қосуға мүмкіндік береді. 1-типтегі гипервизор аппараттық деңгейде атқарылады және минимальды операциялық жүйе болып табылады.

Қашықтықтағы серверде (немесе бірнеше серверде) виртуалдау жағдайында) виртуальді жұмыс станциялар 1-типтегі гипервизордың көмегімен құрылады және оған қашықтықтан пайдаланушылар қосылатын жеке серверде іске қосылады. Осы жүзеге асырылуында ЖК (немесе кез келген басқа клиенттік құрылғы) жергілікті ресурстарды қолданбай, деректерді енгізу-шығару терминалының рөлін атқарады, өйткені барлық есептеулер серверде жүзеге асырылады. Есептеу ортасының жұмысын ұйымдастырудың осындай әдісі заманауи ақпараттық технологияларды барынша тиімді пайдалануға тырысатын кез келген ұйым үшін, сондай-ақ өндірісін автоматтандырудың жоғары дәрежесімен машина жасау кәсіпорындары үшін де маңызды. Виртуалдау түрлерінің әрқайсысында өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар және белгілі жағдай үшін әр түрі қолданылуда. Кез келген виртуалдану аппараттық ресурстарға жеткіліктідей талап қоюда және де серверлік жабдықты қолдана отырып, өнімділіктің жоғары көрсеткіштеріне қол жеткізу оңай болуы анық.

Кез келген виртуалдау аппараттық ресурстаға жеткіліктідей талап қоюда және де виртуалдау кезіне қарағанда, өндірішіліктің жоғары көрсеткіштеріне қол жеткізуге болады. Жиынтығында, қашықтықтағы серверде (ЦОД-де) виртуальді жұмыс станцияларды пайдалану үйлесімділікті, оқшаланғандығын; аппараттық тәуелсіздігін; жылдам өрбуді; пайдаланушының жұмыс орынан шығындарды азайту; көшу қарпайымдылығын; деректер қауіпсіздігін;жабдықтың аппараттық қуаттылықтарының оңтайлы қолданылуын; шұғылдығын; бір мезгілде бірнеше жұмыс станцияларымен жұмыс атқару мүмкіншілігін; әкімшілік ету ыңғайлығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [7].

Қазір жұмыс станциялардың виртуалдау технологиялары соңғы бірнеше жылдар үшін серверлік виртуалдау технологиялары сияқты жылдам дамуда. Күннен-күнге қарай көп ұйымдар, қауіпсіздігін арттырып және пайдаланушылық жұмыс орындарымен басқаруға шығындарын 50%-ға дейін қысқарта отырып, пайдаланушылардың жұмыс станцияларын виртуалдауын өрбіту жөніндегі өз жобаларын іске асырады.

3. Жұмыс станцияларын виртуалдау әдістері

Виртуалдаудың бағдарламалық құралдарының әр жиынтығын қолданумен пайдаланушыларға виртуальді жұмыс станцияларын жеткізу және өрбітудің әртүрлі әдістерін жүзеге асыратын виртуалдаудың 6 әдісін бөлуге болады.

Алғашқы үш әдіс серверлік ресурстің айрықша қолданылуына есептелінген, сол мезгілде қалған үш әдіс сондай-ақ клиенттік құрылғының жергілікті қуаттылықтарын іске қосуға мүмкіндік береді.

Жергілікті ресурсты қолданумен жұмыс станцияларын виртуалдаудың әдістері:1) жүктелетін виртуальді қосымшалармен (Virtual Apps to Installed Desktops) жұмыс станциялар;2) клиенттік гипервизордың негізіндегі жұмыс станциялары (Local VM-Based Desktop); 3) Жергілікті жеткізілетін жұмыс станциялар (Eocal Streamed Desktops).

Серверлік ресурсты барынша қолданумен жұмыс станциялары виртуалдаудың әдістері: 1) Жалпы жұмыс үстелдер (Hosted Shared'Desktops);2) виртуальді машиналардың негізіндегі жұмыс станциялар (VDI - Virtual Desktop Infrastructure);3) Blade PC (Hosted; Blade PG Desktops) негізіндегі физикалық жұмыс станциялар[8].

VDI (Virtual Desktop Infrastructure, нақты айтқанда - «жұмыс үстелінің виртуальді инфрақұрылымы») виртуальді машиналардың негізіндегі виртуалдаудың әдісі машина жасау кәсіпорны цехының негізгі құрылымдық өндірістік бөлімшелері модельдеуінің (виртуалдауының) әзірленген жүйесінде қолдану үшін ең оңтайлы болып табылады. Өйткені оның көмегімен Active Directory доменінде есептік жазбаны виртуальді жұмыс станциямен ұқсату жолы арқылы цехтың өндірістік құрылымдық бөлімшесінің әр қызметкері үшін әзірленетін жүйеде қолдану үшін ең тиімдісі. VDI виртуальді машиналардың негізіндегі жұмыс станцияларын виртуалдаудың әдісін қолданғанда, виртуальді жұмыс станциялар қалыпты құрауыштардан динамикалық тұрғыда құрастырылатын жүйе жүзеге асырылу мүмкін.

4. Басқаруды ұйымдастырудың жаңа сұлбасын қалыптастыру үшін өндірісті виртуалдау тұжырымдамасын әзірлеу

Виртуализациялау көптеген проблемалардың шешімі болатын және инфрақұрылымды дамытудың қарқынды жолына көшуіне мүмкіндік беретін негізгі технологиясы болып табылады. «Ақпарат қорғау. Деректерді қорғау виртуализация технологияларды пайдалану кезінде. Жалпы ережелер» атты стандартта [9] витруалды инфрақұрылым ұғымы физикалық серверлер, виртуалды ресурстар, виртуалды алаң компоненттері, физикалық серверлер, сондай-ақ байланыс каналдарының қалыптасқан жинағы деп көрсетілген.

Қатаң иерархиялық жүйесі бар заманауи кәсіпорыннан негізінде бизнес-үдерістерін атқарудың икемді жүйесі жатқан объектілерге ауысуды виртуалдау дейміз.Виртуальді өндірістің жалпы сұлбасын қарастырайық. Оның негізін е-Орталық құрайды. Осы е-Орталықтың мақсаты өнімді жасаумен тікелей байланысты емес проблемалардың бүкіл кешенін шешу болып табылады. Ол бұл үшін осындай өндірістің барлық сыртқы үдерістерін жүзеге асырады, сонымен бірге ВК құрумен және басқарумен шұғылданады. Осы міндеттердің әрқайсысы жұмыстың жалпы бағытымен байланысты үдерістерге бөлінеді. Сонымен, бірінші міндетке өндірістің маркетингісі, дайындығы және жоспарлануы, қаржы, сатылымдар кірсе; екіншіге – ВК құру, бақылау және жабу енеді.

Сонымен, жұмыс барысында е-Орталық қандай бұйымдар жасалатынын шешеді, тапсырыс берушілер мен сатып алушыларды іздестіреді, тікелей өндіріс атқарылатын қажетті құжаттаманы даярлайды. Бұдан кейін ол ВК-ға барлық құжаттама тапсырылады. Бұдан әрі е-Орталық ВК әрекетіне тек қаржы көрсеткіштері бойынша бақылауды іске асырады.

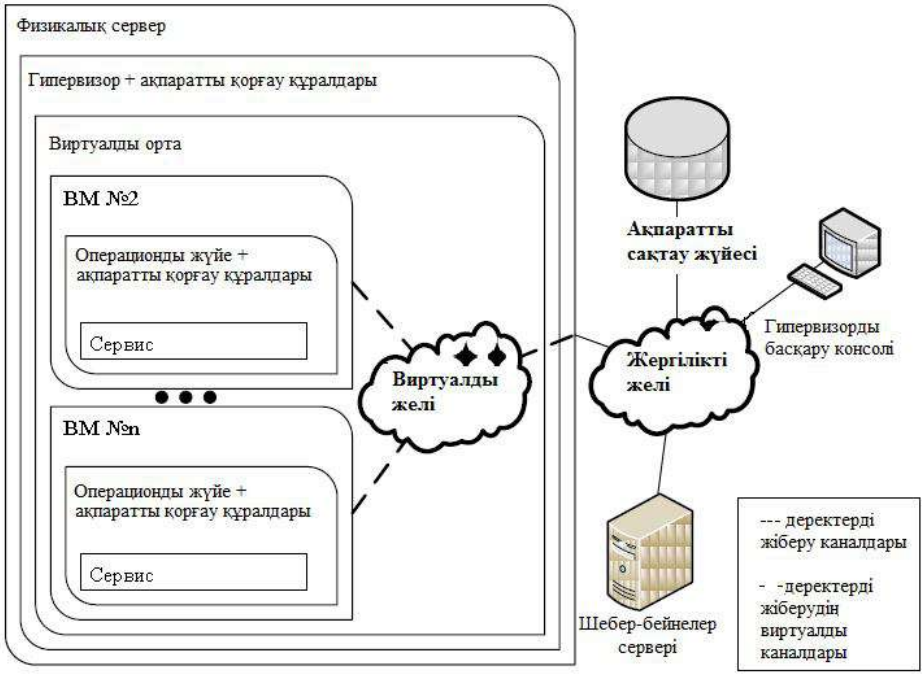
ВК қорытындылап виртуалдарды таңдайды, олармен шарттарға қол қояды. Ал виртуалдар жұмыстарды атқарған соң оған е-Орталық тапсырған қаражаттар есебінен осы жұмыстарға төлем жүргізеді. Өндірістің қаржылындырылуы виртуальді өндіріс есебінен, тапсырыс берушінің алдын ала төлемі және жұмылдырылған қаражаттар (займдар, кредиттер, қаржы көмек) есебінен жүргізілуі мүмкін екенін атап кеткім келеді. Бұйымның бағасымен анықталатын жалпы құн алдын ала белгілі. ВК виртуалдарға төлем жүргізу үшін және жеке жұмыстың өзін төлеуге деген қаражаттардың енгізетін қаражаттар бөлігін, сондай-ақ пайданы алады.

Бұйымдарды шығару барысында е-Орталық виртуалдар ұсынатын көзқарастарды және құрауыштар өндірісінің технологияларының бақылауын жалғастыруда. Сондықтанда, егерде виртуалдар ұсынатын құрауыштардың сапасы немесе технологиясы өзгеріп кеткен жағдайларға сәйкес келмесе, соңғылар ауыстырылу мүмкін. Бұдан әрі, егерде шекті бағалар түсе бастаса немесе жаңа тауар

шығарылымы дайындалса, ол өндірісті аяқтау жөніндегі шешімді қабылдай алады. Шығарылған өнімді е-Орталық тапсырыс берушіге тапсырады немесе нарықта сатады. Бұдан басқа, бұйымның тіршілік циклінің есептелінген көрсеткіштеріне сәйкес оның сүйемелденуі және сатылымнан кейінгі кезеңдердегі қолдауы қамтамасыз етіледі.

Сонымен, ВК құрылымның барынша икемділігіне және өнімнің өндірісі кезінде ең заманауи технологияларды пайдалану мүмкіншілігіне кепілдік береді.

Жоғарыда көрсетілген саулет сипаттамалары және қорғау нысандары негізіндегі виртуализация технологиясын қолданып виртуалды инфрақұрылым моделі құрылды. Бұл моделдің негізгі компоненттері 2-суретте көрсетілген [10].



2-сурет. Виртуалды инфраструктура моделі

Қорытынды

Технологиялық үдерістермен басқарудың автоматтандырылған жүйелердің (АСУТП) және 10 жыл және де одан да бұрын пайдаланылуға енгізілген шұғыл диспетчерлік басқару жүйелерінің негізгі проблемаларының бірі – бұл бағдарламалық жасақтаудың (БЖ) заманауи техникалық құралдармен үйлесімділігінің жоқтығы. Жұмыс атқарып тұрған қолданбалы БЖ операциялық жүйемен тікелей байланысты. Ал ол өз кезегінде контроллерлер, серверлер және жұмыс станциялар сияқты техника өндірушілерінде қолдау таппайды. Осы проблеманың шешімі қолданыстағы бағдарламалық-аппараттық құралдарын виртуалдау болуда. Виртуалды көшірмелерді құру пайдаланушы ұйымның күшімен ұйым немесе өндіруші мамандарының бақылауымен жүргізілу мүмкін. Виртуалдауды пайдалану бағдарламалық бөліктің орнатылатын техникадан тәуелділік проблемасын түбегейлі шешуге, жүйелерді пайдалануға шығындарды төмендетуге және олардың қызмет етуінің сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді. АСУТП және СОДУ жобалау және салу кезінде осы әдісті қолдану пайдалануын жеңілдетеді және арзандатады, сонымен қатар олардың бүкіл тіршілік циклының бойында ақпараттық қауіпсіздіктің қажетті деңгейін қолдауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Орлов С. «Виртуализация «от и до»», Журнал сетевых решений/LAN,№02, 2010.

[2] Тарасов В.К. Виртуальное предприятие – ключевая стратегия автоматизации и перестройки деловых процессов. - Электронный офис. - 1996. - Октябрь.

[3] Вютрих Х., Филипп А. Виртуализация как возможный путь развития управления. – Проблемы теории и практики управления. – 1999. – №5 – С.94-100.

[4] Озеров С., Карабуто А. «Технологии виртуализации: вчера, сегодня, завтра», Экспресс Электроника, 2006.

[5] Самойленко А. «Технологии аппаратной виртуализации», публикация на интернет-портале iXBT.com, 2007 [Электронный ресурс], — Режим доступа: http://www.ixbt.com/cm/virtualization-h.shtml;

[6] Богданов А.В., Станкова Е.Н., Мареев В.В. «Виртуализация: новые возможности известной технологии», Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению«Информационно-телекоммуникационные системы», 2008, 31 с.

[7] Румянцев В.Е. «Виртуальная машина», публикация в научно-энциклопедическом интернет-портале Russika.Ru [Электронный ресурс], - Режим доступа: http://www.russika.ru/t.php?t=4220:

[8] Дериев И. «Клиентские гипервизоры», Компьютерное обозрение №44, 2010;

[9] ГОСТ «Защита информации. Защита информации при использовании технологий виртуализации. Общие положения». – М., 2014. – С. 39.

[10] Мейтус В. Виртуализация производства. // Проблемы теории и практики управления. - 2004. - №1.

Муслимова А.К., Жапарова А.Т.

Разработка технологии виртуализации информационной инфраструктуры для автоматизированных производств

Анотация. Виртуализация производства позволяет установить взаимнооднозначное соответствие между физическим и информационным пространством средствами компьютерного моделирования физических объектов и операций. Данная статья посвящена разработке технологии виртуализации информационной инфраструктуры для автоматизированных производств.

Ключевые слова:технология виртуализации, информационная инфраструктура, виртуализация производства, инфраструктура виртуализации.

Muslimova A.K., Japarova A.T.

The development of information infrastructure virtualization technology for automated production

Resume. Virtualization allows to set the production-to-one correspondence between the physical and information space by means of computer simulation of physical objects and operations. This article focuses on the development of information infrastructure virtualization technology for automated production.

Key words: virtualization technology, information infrastructure, virtualization production, virtualization infrastructure.

УДК 620.97

[1]Ж.М. Адилов, [1]Д.И. Ерёмин, [2]Н.И. Ягфарова, [2]А.П. Желдиров

([1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,
[2]Институт космической техники и технологий,
Алматы, Казахстан nadiya1006@gmail.com)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ АКТУАЛЬНОСТЬ И РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В МИРЕ

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы экономической актуальности и рентабельности развития возобновляемых источников энергии в мире и Казахстане. Рассматривается опыт использования энергии солнца на примере других стран. Рассмотрены экономические перспективы и проблемы развития возобновляемых источников энергии в Республике Казахстан, в частности солнечной энергетики.

Ключевые слова: солнечная энергетика, энергосбережение, энергоэффективность, возобновляемые источники энергии, экономика, экономическая актуальность.

Электроэнергетика – важнейший элемент жизнеобеспечения страны и экономики. Обеспечение энергией является весьма актуальной проблемой, волнующей весь мир. Поэтому, на сегодняшний день, в мире стоит вопрос о развитии возобновляемых источниках энергии (ВИЭ).

Несмотря на то, что мировое сообщество осознает необходимость использования ВИЭ, альтернативная энергетика в условиях рынка зависит от экономической эффективности, рентабельности ее развития. Альтернативная энергетика имеет большое преимущество в виде неисчерпаемости и возобновляемости. На сегодняшний день энергетические компании видят в ВИЭ перспективу, но не считают этот сектор привлекательным в ценовом отношении: высокие издержки, вследствие чего и высокая себестоимость электроэнергии, относительная ненадежность (например, ветроэнергетика). Все это влияет на пассивность венчурных инвесторов. Для стимуляции инвесторов необходима

государственная поддержка альтернативной энергетики, возможная в виде государственно-частного партнерства.

Мировые тенденции в области электроэнергии складываются так, что инвестиции в ВИЭ при поддержке государственных аппаратов становятся все привлекательнее. Так, например, 4 марта 2013 года Ernst & Young обнародовала прогнозы инвестирования в альтернативную энергетику на 2013 год. Предполагается рост финансовых вложений в эту сферу во всем мире. В рейтинге инвестиционной привлекательности для реализации проектов альтернативной энергетики (All Renewables Index) по результатам 2012 года лидирует Китай, второе место досталось ФРГ, где власти намерены уменьшить «зеленый» тариф, а третье место заняли США, с льготной налоговой политикой относительно объектов ВИЭ [1]

Согласно данным исследовательской компании Bloomberg New Energy Finance (BNEF), объем мировых инвестиций в альтернативную энергетику в 2012 г. составил $268,7 млрд., что на 11% ниже показателя 2011 года – $302,3 млрд. При этом явным лидером является Китай с ростом по сравнению с 2011 годом на 20% – $67,7 млрд., тогда как вложения США в этот сектор составили $44,2 млрд.

Из общих $302,3 млрд. инвестиций $142 млрд. приходится на солнечную, а $78,3 млрд. – на ветряную энергетику, а вложения в проекты по использованию биомассы или мусора в качестве топлива сократились на 27%. Это означает, что инвесторы сосредоточились на крупных проектах в ветряной и солнечной энергетике. [2]

Мировые тенденции в области альтернативной энергетики складываются так, что ни одно государство, желающее занять устойчивые позиции в геополитическом и экономическом развитии мира, не может не уделять внимание зеленой энергетике. В Индии, стране с 1,2-миллиардным населением, где, по оценкам, 290 миллионов человек, все еще не имеют доступа к электричеству, установлено 1 700 мегаватт мощностей солнечной энергетики по состоянию на май 2013 года, 80% которых приходится на солнечные северо-западные штаты Гуджарат и Раджастан. Консалтинговое агентство в сфере солнечной энергетики Bridge to India полагает что эта цифра вырастет до 12 800 МВт к 2016 году. Национальная солнечная миссия Индии, (India's National Solar Mission) ставит целью добывать 22 000 мегаватт солнечной энергии по всей стране к 2022 году, из них 2 000 мегаватт должно приходится на индивидуально установленные системы. Переход на солнечную энергию становится все более привлекательной идеей в Индии из-за заведомо частых отключений электричества и повышения цен на электроэнергию приходящую от сетевых компаний, не говоря уже о том, что солнечная энергия уже стала дешевле, чем использование индивидуального дизельного электрогенератора.

Несмотря на рост азиатской экспансии в сфере фотоэлектрических установок (Китай, Индия и Япония), региональным лидером в данном направлении является Европейский Союз. ЕС имеет 68% добываемой фотоэлектрической энергии в мире. На протяжении нескольких лет одним из приоритетов ЕС является запуск солнечных проектов по энергетике. [3]

В свою очередь Республика Казахстан обладает богатыми запасами нефти, газа, угля и урана, однако республика также старается развивать возможности в области альтернативной энергетики. Одним из подтверждающих факторов является планируемое в 2017 году проведение международной выставки EXPO на тему «Будущая энергия». Казахстан обладает значительными ресурсами возобновляемой энергии в виде энергии солнца, ветроэнергии и биомассы, однако до настоящего времени широкое развитие и применение в нашей стране получила только гидроэнергия.

Традиционно наибольшее количество электроэнергии в Казахстане вырабатывают теплоэлектростанции – более 90%. Около 9% электроэнергии вырабатывается на гидроэлектростанциях, доля использования альтернативных источников энергии в общем объеме энергопотребления нба данный момент составляет менее 1%. Однако, учитывая необходимость решения экологических проблем, одним из приоритетных направлений развития электроэнергетики должно стать использование возобновляемых энергетических ресурсов, неиспользуемый потенциал которых в Казахстане весьма значителен. Валовой (теоретический) потенциал – 170х109 кВтч/год; технический (возможный для использования) потенциал – 62х109 кВтч/год; экономический потенциал – 27-30х109 кВтч/год. [4]

Казахстан начал осваивать использование возобновляемых источников энергии и к настоящему времени накопил в этом отношении определенный опыт. В Акмолинской области реализуется проект «Строительство ветровой электрической станции в районе г. Ерейментау мощностью 45 МВт с перспективой расширения до 300 МВт» организацией ТОО «Первая ветровая электрическая станция». Также в окрестностях Капшагая Алматинской области ТОО «Самрук-гринэнерджи» установило

616 фиксированных и 60 вращающихся солнечных батарей. Совокупная мощность солнечной электростанции достигает 2 МВТ, этого достаточно для обеспечения 600 домов дешевой электроэнергией. Казахстан богат ресурсами солнечной энергетики. Разработана классификация факторов, влияющих на эффективность внедрения альтернативных источников энергии, которые сгруппированы с учетом их однородности: климатические условия (скорость ветра (м/с), инсоляция л кВт/м), технико-экономические (цена оборудования, стоимость транспортировки и монтажа оборудования, срок эксплуатации оборудования, плата за загрязнение окружающей среды, состояние энергогенерирующего оборудования, КПД, тарифы на электроэнергию по традиционным источникам энергии и т.д.); экологические (воздействие на животных и птиц от вращающихся лопастей ветроустановки, воздействие на морских животных от электромагнитных полей, размер вредных выбросов и парникового эффекта и т. д.); географические (удаленность от централизованной системы энергоснабжения, удаленность от поставщиков органического топлива, минимальное расстояние от установки до населенных пунктов и т. д.). [5]

Одним из главных условий ускорения экономического роста Казахстана является воплощение инновационно-инвестиционных проектов, обладающих высокой рентабельностью - относительно быстрой окупаемостью, приемлемыми размерами капиталовложений на разработку территориальных регионов, исследование их потенциальных возможностей по показателям силы ветра и интенсивности солнечного освещения. Здесь можно рассматривать проекты по развитию возобновляемых источников энергии.

Будущее развитие энергетики немыслимо без альтернативных источников электроэнергии, однако для объективности необходимо учитывать все существующие плюсы и минусы. Бесспорными преимуществами альтернативных источников энергии является:

– экологическая чистота, отсутствуют вредные выбросы в атмосферу;

– функционирование без потребления топлива;

– малая шумность или полная бесшумность работы;

– автономность работы.

Недостатками использования альтернативной энергии являются: необходимость аккумулирования энергии; более высокая удельная стоимость за 1 кВт установленной мощности; возможные перебои в электроснабжении. Однако по причине экологичности, не смотря на большой срок окупаемости, потенциал альтернативной энергии является высоким, переход на использование данного вида энергии является большим и правильным вложением средств в будущее.

Одной из важнейших отраслей промышленности Республики Казахстан является электроэнергетика, от ее состояния зависит жизнедеятельность всех отраслей экономики. Усиление внимания к внедрению ВИЭ со стороны государства и бизнеса, государственная поддержка инноваций, значительный энергетический потенциал Казахстана создают достаточно условий для развития альтернативной энергетики. При этом стоит отметить, что ВИЭ еще не скоро потеснят традиционные источники энергии в Казахстане, такие как уголь, нефть и газ. Поскольку данная отрасль капиталоемкая и малорентабельная, а отдача наступает через длительное время.

Выше перечисленные обстоятельства склоняют к тому, что наиболее эффективным механизмом для развития альтернативной энергетики является механизм государственно-частного партнерства. Только при комплексной государственной поддержке и создании экономических стимулов для инвесторов данный сектор сможет занять прочную позицию в электроэнергетическом балансе Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Новостной портал «Альтернативная энергетика». Аналитики прогнозируют рост инвестиций в альтернативную энергетику [Электронный ресурс]: http://pronedra.ru/alternative/2013/03/04/investicii-v-alternativnuyu-energetiku/ [Время обращения: 05.04.16].

[2] Исследовательская компания Bloomberg New Energy Finance. «Global Renewable Energy Market Outlook»: Отчет – с. 1-4.

[3] Всемирная добыча солнечной энергии в 2012 году достигла уровня в 100 000 мегаватт. [Электронный ресурс]: http://aenergy.ru/4128 [Время обращения: 05.04.16].

[4] Государственная программа по форсированному индустриально инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы.

[5] Техническая спецификация на разработку Дорожной карты (Мастер-план) развития альтернативной энергетики в Республике Казахстан на 2012-2030 гг.

Адилов Ж.М.

Әдемдегі жаңғыртылатын энергия көздерінің экономикалық маңыздылығы мен рентабельдік дамуы

Түйіндеме. Мақалада әдемдегі және Қазақстандағы жаңғыртылатын энергия көздерінің экономикалық маңыздылығы мен рентабельдік даму мәселелері қарастырылған. Басқа елдердің күн энергиясын пайдалану тәжірибесі, сонымен қатар Қазақстан Республикасында жаңғыртылатын энергия көздерінің, атап айтқанда, күн энергетикасының даму мәселелері мен экономикалық перспективасы қарастырылды.

Республикада баламалы энергетиканы дамыту үшін ең тиімді тетік мемлекеттік-жекешелік әріптестік тетігі болып табылады. Мемлекеттік кешендік қолдау және инвесторлар үшін экономикалық түрткілер құруда аталған сектор еліміздің электроэнергетикалық теңгерімдегі төзімді жайғасымда орын ала алады.

Түйінді сөздер: күн энергетикасы, энергияны үнемдеу, энергия тиімділігі, жаңғыртылатын энергия көздері, экономика, экономикалық маңыздылығы.

Adilov. Z.M.

The economic relevance and cost-effectiveness of renewable energy development in the world

Summary. The article reflects the economic relevance and cost-effectiveness of renewable energy development in the world and Kazakhstan. Also examines the experience of use the sun-energy in different countries, the economic prospects and problems of development of renewable energy sources in the Republic of Kazakhstan, in particular the solar energy. The most effective mechanism for the development of alternative energy in Kazakhstan is public-private partnership. With comprehensive government support and the creation of economic incentives for investors, this sector will be able to take a strong position in the energy balance of the country.

Key words: renewable energy, solar energy, energy conservation, energy efficiency, economic relevance

ӘОЖ: 681.518.54; 681.586.773

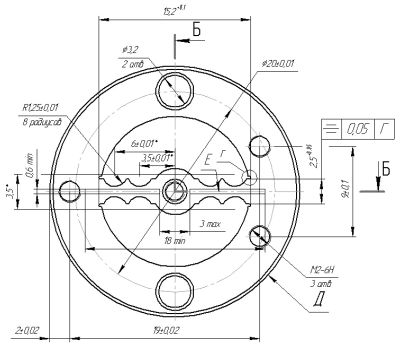
[1]Қ.Ә. Өжікенов, [2]П.Г. Михайлов, [1]Ж.К. Күшегенова, [1]М.Ж. Айтимов
([1]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, email: kushegenovazh@gmail.com
[2]Пенза мемлекеттік технологиялық университеті, Пенза, Ресей)

МИКРОЭЛЕКТРОНДЫҚ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ДАТЧИКТЕРДЕГІ ӨЛШЕУІШ МОДУЛЬДЕРДІ МЕН СЕЗІМТАЛ ЭЛЕМЕНТТЕРДІ ДИАГНОСТИКАЛАУ МЕН БАҚЫЛАУДЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

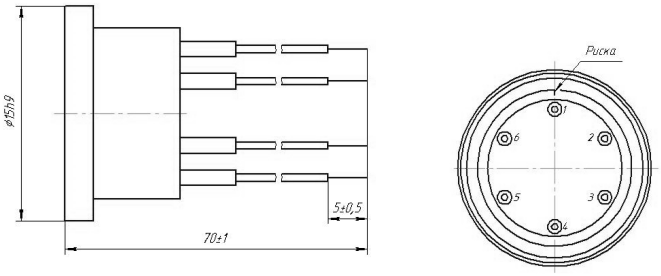
Андатпа. Мақала аспап жасаудағы жаңа бағытқа – құрылымдық және функционалдық түрде толық біткен өлшеуіш модульдері мен сезімтал элементтерді жасауға және олардың жарамдылықтарына баға беруге арналған.

Тірек сөздер: Өлшеу модулі, терморезистор, пьезосезгіштік, термосезгіштік, жартылай өткізгіш датчиктер.

Басқару, бақылау, қорғау және басқада жүйелерде қолданылатын кез-келген датчиктің негізгі диагностикалау элементтері ретінде үлкен дәрежеде датчиктің толық жинағының метрологиялық құрамы мен сенімділігі байланысты болатын, олардың сезімтал элементтері (СЭ) және өлшеу моделдері (ӨМ) болып табылады. 1 және 2- суретерде статистикалық және динамикалық қысымдардың [1, 2] тензорезисторлық және пьезорезисорлық датчиктері үшін СЭ пен ӨМ –нің мысалдары келтірілген.



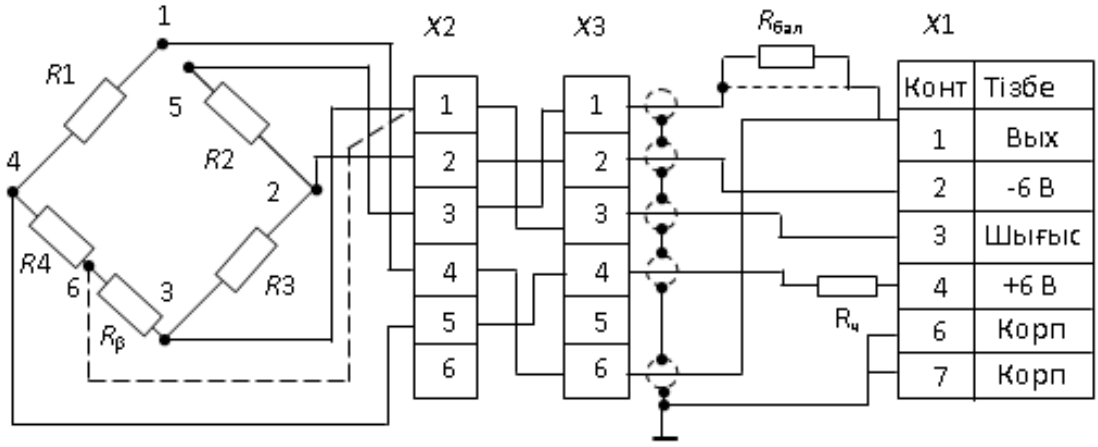
1-сурет. Металды пленкалы датчигінің арқалық СЭ



2-сурет. Пьезорезисторлық датчиктің өлшеу модулі

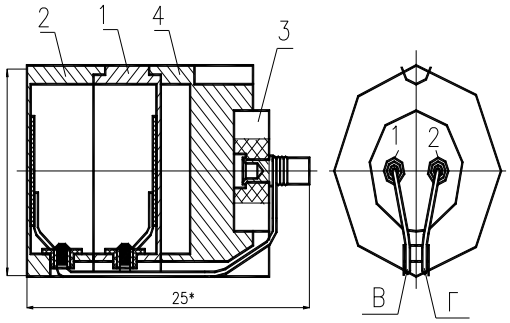
Қолданыстағы датчиктердің жұмысқа қабілеттілігін диагностикалау мүмкіндіктерін анықтау үшін қысымның [3] тензорезисторлы металды пленкалы датчигінің электрлік сызбасын (3-сурет) қарастырамыз және талдау жасаймыз.

Сызбада көрініп тұрғандай жекелеген байланыс бөліктер мен аралық байланыс қалыптары болғандықтан, жекелеген транзисторлар $R1 \ldots R4$ және термокомпенсациялық резисторлармен R_β ($X2$–$X3$ қалыптар) қатар көпірлік сызбаның кіріс және шығыс кедергілерін де ($X1$ қалыбы) бақылауға болады. Осылайша келтірілген датчик пен оның элементтерін бақылауға жарамды деп есептеуге болады.

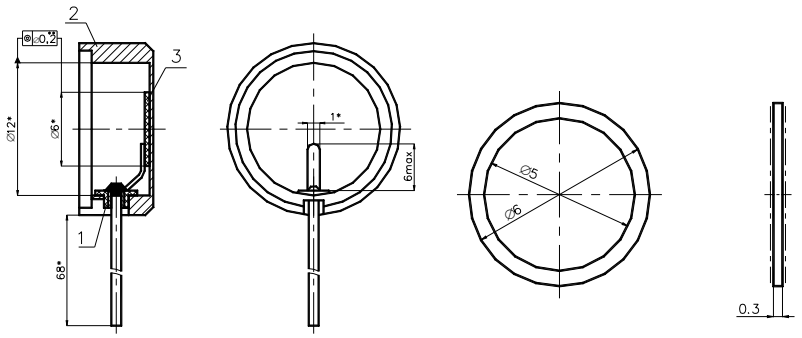


3-сурет. Қысымның тензорезисторлық датчигінің басты сызбасы

Акустикалық қысым және тамыр соғысы қысымның пьезоэлектрлік СЭ және ӨМ датчиктерінен бірнеше өзіндік тән құрылымдарды көрсетуге болады (4 және 5 суреттер) [4, 5, 6].



4-сурет. Акустикалық қысым пьезоэлектрлік датчигінің өлшеу модулі:
1– виброкомпенсациялық және 2– жұмыстық пьезоэлементтер, 3–байланыс қалыбы, 4–корпус

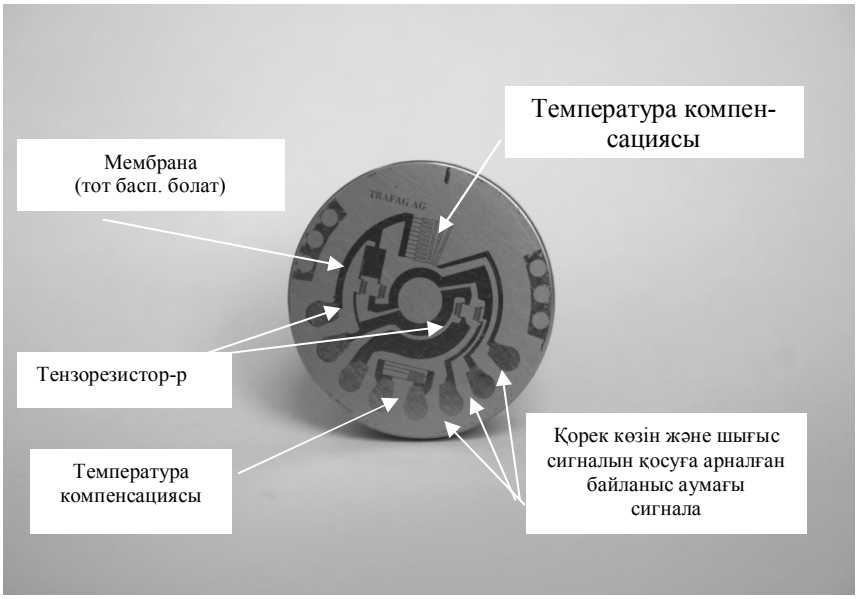


5-сурет. Пьезоэлектрлік сезімтал элемент (а):
1–байланыс түйіні, 2–корпус, 3–пьезоэлемент; (б) пьезопластина

Соңғы уақытта шетелдік АТД нарығында кейбір аспап жасау фирмалары (*Endevco*, *HBM*, *Kulite*, *Trafag*) нарыққа тензометрлік (металды пленкалы) және пьезорезисторлық (кремнийлі) типті, құрылымы және қызметі тұрғысынан толық аяқталған өлшеу модульдерін ұсынып отыр (6 және 7 суреттер).

Сонымен бірге ӨМ қажетті есептемелермен және тәжірибе жүзінде (қателік шамалары, беріліс сипаттамалары және басқалар) дәлелденген кепілді техникалық сипаттамалармен жинақталады. Түрлі кескіндемелі (конфигурация) қысым датчиктері қажетті технологиялық қоры бар басқа кәсіпорындарда дайындалатын сәйкестендірілген өлшеу модулдерімен жинақталады. ӨМ жеткізуші – кәсіпорын сәйкес құжаттамаларда мәлімделген техникалық сипаттамаларға сай кепілдеме береді. «*STS*» фирмасының ӨМ төмендегідей техникалық сипаттамаға ие:

- Қысымды өлшеу ауқымы (0…0,1 до 0…1000 бар);
- басты қателік (± 0,25…0.5 %);
- жұмыстың температуралық ауқымы (минус 25…150^{o}C);
- ұзақ мерзімді тұрақтылық (± 0.2% ӨЖШ / жыл);
- температуралық қателік (максимальды ± 0.015%/ ^{o}C);
- тербелістер (25...2000 Гц жиілік ауқымында 30 *g* астам);
- шығыс сигнал (25…200 мВ).

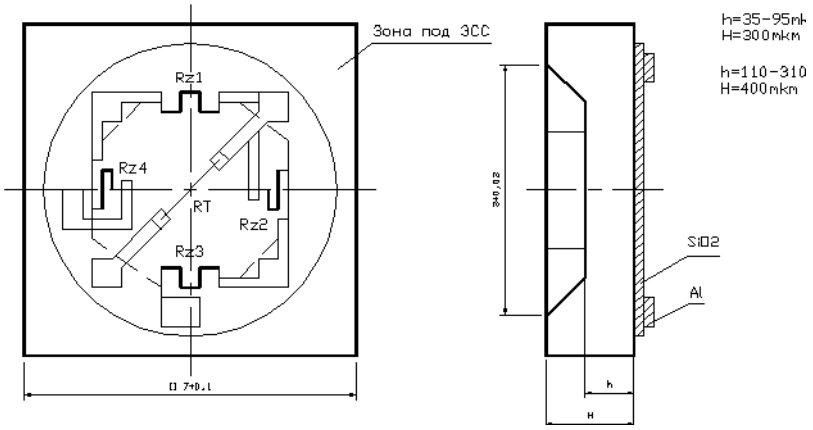


6-сурет. *Trafag* фирмасының «Канти Левер» тензорезисторлық өлшеу модулі мембранасының сыртқы пішіні

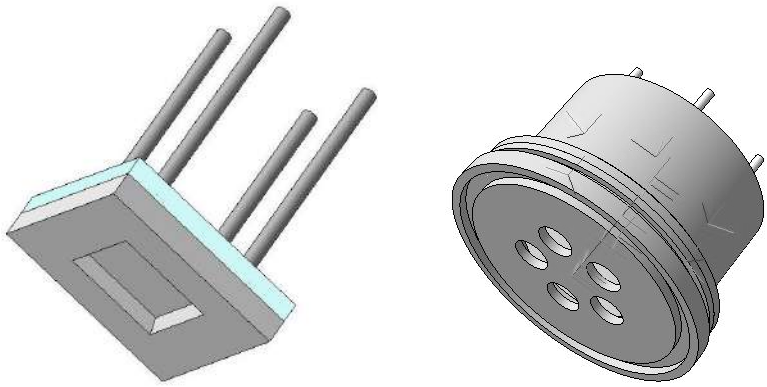


7-сурет. *STS* фирмасының қысым ӨМ пьезорезисторлық ӨМ-нің сыртқы пішіні

Отандық өндірістің сезімтал элементтері (кристалдар) және өлшеу моделдері 8 және 9-суреттерде келтірілген [7].



8-сурет. Диффузиялық пьезо- және терморезисторлы сезімтал элемент



а б

9-сурет. Салыстырмалы (а) және абсолютті (б) қысым датчиктерінің өлшеу модулдерінің 3D моделі

Металды пленкалы, жартылай өткізгішті және пьезоэлектрлік СЭ және ӨМ құрылымын қарастыра отырып, келесідей қорытындылар жасауға болады [8]:

1. Металды пленкалы СЭ және ӨМ үшін:

– СЭ-те жекелеген тензорезисторлар және термокомпенсациялық резисторлардың нақтылығымен қатар, көпірлік сызбаның кіріс және шығыс кедергілерінің нақтылығын бақылауға болады;

– арнайы құралдарды қолдана отырып, бақыланатын механикалық жүктememен мембранаға салмақ түсіру арқылы немесе қысым берілісінде ӨМ-не диагностика жүргізуге болады;

2. Жартылай өткізгішті СЭ және ӨМ үшін:

– СЭ бақылау және диагностикалау пластинкалармен қатар жекелеген кристалдарда да топтасқан тәсілдермен жүргізіледі. Сонымен бірге пьезорезисторлардың нақтылығы, олардың шашыраңқылығы, токтың қашуы, изоляция кедергілері, көрінетін кернеу және басқалар бақыланады.

ӨМ-де көпірлік сызбаның кіріс және шығыс кедергілері СЭ пен корпус арасындағы кедергі,

нөлдік деңгей, сезімталдық, нөлдің және сезімталдықтың температуралық дрейфі бақыланады.

3. Жинақтау арқылы алынатын пьезоэлектрлік СЭ және ӨМ үшін кіріс алдында тексеру жүргізу ұсынылады: ПЭ сыйымдылығын; ПЭ электродтарының қарама-қарсылығын, пьезосезмталдықты, термо сезімталдықты.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Михайлов П.Г., Соколов А.В., Маланин В.П., Сергеев Д.А. Разработка датчиков физических величин с применением унифицированных чувствительных элементов и измерительных модулей // Сб. статей Международной научно-технической конференции «Проблемы автоматизации и управления в технических системах. Пенза Издательство ПГУ, 2013 С. 231-235.

[2] Михайлов П.Г., Соколов А.В., Маланин В.П., Сергеев Д.А. Анализ моделей и базовых конструкций кремниевых чувствительных элементов емкостных датчиков давления//Сб. статей Международной научно-технической конференции «Проблемы автоматизации и управления в технических системах. Пенза Издательство ПГУ, 2013 С. 224-228.

[3] Михайлов П.Г., Юрков Н.К., Лапшин В.И. , Байдаров С.Ю. Технические измерения в технологии и производстве радиоэлектронной аппаратуры и измерительных систем Учебное пособие с грифом УМО/Пенза. Издательство ПГУ, 2012 148 с.

[4] Михайлов П.Г., Михайлова В.П., Лапшин И.О. Контроль и диагностика чувствительных элементов пьезоэлектрических датчиков//Контроль. Диагностика –2010, № 5.

[5] Михайлов П.Г., Михайлова В.П., Лапшин И.О. Датчики для ракетно–космической и авиационной техники//Авиакосмическое приборостроение–2010, № 3, с. 16–21.

[6] Датчики теплофизических и механических параметров. Справочник под ред. Багдатьева Е.Е., Гориша А.В., Малкова Я.В. в 2–х томах/М.: ИПРЖР, 1998.

[7] Михайлов П.Г., Лапшин В.И., Сергеев Д.А Моделирование и конструирование кремниевых чувствительных элементов емкостных датчиков давлений//Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2013 г № 5. С. 128 – 133.

[8] Михайлов П.Г., Соколов А.В., Сергеев Д.А. Вопросы применения чувствительных элементов и измерительных модулей в датчиках физических величин//Информационно-измерительная техника: Межвузовский сборник научных трудов, выпуск 37, Пенза: ИИЦ ПГУ, 2012.

Ожикенов К.А., Михайлов П.Г., Кушегенова Ж.К., Айтимов М.Ж.

Исследование вопросов диагностики и контроля чувствительных элементов и измерительных модулей микроэлектронных интеллектуальных датчиков

Резюме. Статья посвящена новому направлению в приборостроении – разработке конструктивно и функционально законченных измерительных модулей и чувствительных элементов и оценке их контроль пригодности.

Ключевые слова: Измерительный модуль, терморезистор, пьезочувствительность, термочувствительность, полупроводниковые датчики.

Ozhikenov K.A., Mikhailov P.G., Kushegenova Zh.K. Aitimov M.Zh.

Investigation questions for diagnosis and control sensor and measuring module microelectronic smart sensors

Summary. Article is devoted to a new direction in the instrument - the development of structurally and functionally complete measurement modules and sensing elements and evaluating their suitability control.

Key words: Measuring module, thermistor, piezo sensitivity, temperature sensitivity, semiconductor sensors.

А.С. Каржаубаев
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, adil.karzhaubaev@mail.ru)

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЧУГУННЫХ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ШИРОКОСЛОЙНОЙ НАПЛАВКОЙ

Аннотация. Изношенные коленчатые валы двигателей из высокопрочного чугуна реставрируют различными способами наплавки. Каждый из этих способов имеет свои технологические, технические и экономические преимущества и недостатки. Но общими недостатками всех технологий восстановления являются невысокая усталостная прочность и износостойкость восстанавливаемых валов в сравнении с новыми. Тем не менее,

эти способы продолжают применяться для реставрации коленчатых валов в Казахстане, России и других странах СНГ.

Один из таких способов восстановления чугунных коленчатых валов был разработан в Каз НТУ. Это способ широкослойной наплавки с добавлением в дугу порошковой ферромагнитной шихты.

Целью разработки данного способа восстановление было достижение более высокой усталостной прочности и износостойкости восстановленных коленчатых валов по сравнению с другими способами.

Ключевые слова: наплавка, микрометраж, коленчатый вал, износ, испытания, порошок.

Для оценки этих параметров для чугунных коленчатых валов, восстановленных по технологии Каз НТУ, были проведены их сравнительные эксплуатационные испытания[1].

На эксплуатационные испытания согласно разработанной методике были поставлены коленчатые валы двигателей ЗМЗ-53 трёх серий – новые, восстановленные по технологии Каз НТУ и по технологии ГОСНИТИ.

Для эксплуатационных испытаний было собрано 8 двигателей с общим количеством испытуемых шеек по наблюдаемым сериям:

- эталонная (новая) – 2 двигателя-26 шеек;
- технология КУ Алатау – 3 двигателя-39 шеек;
- технология ГосНИТИ - 3 двигателя-39 шеек.

Были получены в качестве запасных частей с Заволжского моторного завода два новых коленчатых вала ЗМЗ-53 эталонной серии и без всяких технологических воздействий на коренные и шатунные шейки поставлены на испытания.

Восстановленные коленчатые валы по технологиям Каз НТУ и ГосНИТИ в условиях Первомайской РТМ также без дополнительных воздействий устанавливались в двигатели. По геометрическим параметрам эталонные и восстановленные коленчатые валы, а также сопрягаемые с ними детали цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма отвечали требованиям технических условий на капитальный ремонт. Незначительная величина моментов прокручивания коленчатого вала после затяжки коренных подшипников (12,0…21,0 н • м) и двигателей в сборе (50…60 н • м) свидетельствуют о хорошей геометрии установленных деталей и следовательно, о высоком качестве сборки экспериментальных двигателей.

Обычные отремонтированные двигатели рядовой сборки, как правило, имеют момент прокручивания 130…140 н • м , что в 2…3 раза выше значений моментов прокручивания собранных экспериментальных двигателей. Износ шеек коленчатых валов определялся методом искусственных баз, сущность которого заключается в нанесении на поверхности шеек и вкладышей отпечатков, путем вдавливания алмазного конуса на твердомере ТК-2. В процессе работы рабочие поверхности истираются, что приводит к уменьшению глубины отпечатка. Разность первоначальной и конечной глубины искусственной базы и определяется степень износа.

Методикой испытании не ставилась цель получения максимально возможных пробегов испытуемых автомобилей, т.к. время испытаний было ограничено одним календарным годом. Поэтому испытания были прекращены при пробегах от 36,9 до 73,0 тысяч километров.

За время наблюдений усталостных поломок испытуемых коленчатых валов не наблюдалось. Но исходя из результатов лабораторных испытаний на усталостную прочность, согласно которым она составляет 75% от мах, можно утверждать, что усталостная прочность валов обеспечит нормальную их эксплуатацию [2].

Контрольная эксплуатация экспериментальных двигателей осуществлялась в автобусном парке ТОО «Розали-транс» г.Алматы. Двигатели устанавливались на автобусы ПАЗ-672, эксплуатирующихся на равнозначных маршрутах в пределах Алма-атинской области. Сопоставляя пробеги экспериментальных двигателей необходимо напомнить о том, что методикой испытаний не ставилась цель получения максимально возможных пробегов, так как время испытаний было принято ограниченным в течении одного календарного года. Поэтому исходя из основной задачи эксплуатационных испытаний, экспериментальные двигатели снимались с автобусов при первой же возможности, при минимальной наработке для заключительного микрометража, если только сопряжение «шейка-вкладыш» имели достоверно устанавливаемые износы. Именно поэтому были прекращены испытания при пробеге 36,9-73,0 тыс. километров, хотя ресурс их по сопряжениям кривошипно-шатунного механизма, в частности «шейка-вкладыш», был далеко не исчерпан.

Окончательная обработка первичных данных и представление конечных результатов эксплуатационных испытаний приведены в соответствии с ранее принятой методикой.

Как показывает рассмотрение картины износов шатунных шеек испытанных коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53, распределение радиальных износов совпадает с картиной износа стальных коленчатых валов двигателей ЗИЛ-130. Характер износа шатунных шеек, по-видимому, является общим для всех V- образных двигателей, имеющих угол развала цилиндров от вертикали 45^0.

Максимальный радиальный износ большинства шатунных шеек располагается в плоскости оси цилиндров, или смещен при положении каждого кривошипа в вертикальном положении на 45^0, то есть совпадает с действием максимальных сил инерции и рабочего давления. К сожалению, конструктивные особенности коленчатых валов двигателей испытуемых моделей и прибора УПОИВ-2 не позволили применить метод вырезанных лунок для измерения износа на всех коренных шейках. Дело в том, что в центральной части коренной шейки имеется отверстие для подвода смазки, а вкладыши - специальную канавку, поэтому в плоскости масляного отверстия на коренной шейке образуется неизнашиваемой пояс. Сместить же пояс нарезания лунок к галтелям не позволяют, из-за малой ширины шейки, зажимные призмы прибора, которые при этом упираются в щеки и нарезаемая лунка располагается в неизнашиваемой зоне. Поэтому измерялся диаметральный износ средних коренных шеек, для чего использовался резьбовой микрометр 50-75 мм со специальными вставками, позволяющими с точностью 0,01 мм измерять диаметры коренных шеек в 5-7 мм от галтелей. Анализ износов коренных шеек коленчатых валов ЗМЗ- 53 по картам микрометража показывает, что 2,3 и 4 коренные шейки изнашиваются равномерно по окружности или по поверхности трения в угловых мерах отсчета. Исходя из этого в дальнейшем был принят за критерий оценки долговечности коленчатых валов темп или интенсивность изнашивания, причем суммированное , среднеарифметическое его значение, выраженное в микронах на тысячу километров пробега [3].

Максимальный радиальный износ большинства шатунных шеек испытанных серий коленчатых валов расположен в плоскости оси цилиндров при положении кривошипов в верхней точке, на вертикали, то есть оказывается смещенным на 45^0 влево для 1 – 4 шеек и вправо для 5 – 8 -ой, совпадая с действием наибольших сил инерции и рабочего давления.

В таблице 1 приводится интенсивность изнашивания и характеристики её рассеяния, полученные при эксплуатационных испытаниях трех исследованных серий коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53.

При одинаковых коэффициентах неравномерности износа (1,10…1,65) и вариации (23,0-35,5%) для трех испытанных серий коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53 абсолютные значения интенсивности изнашивания имеют, соответственно, такие значения:

- шатунные шейки 0,054; 0,052; и 0,103 мкм/тыс.км
- коренные шейки 0,380; 0,385 и 0,658 на мкм/тыс.км.

Анализируя полученные данные можно установить, что интенсивность изнашивания шатунных шеек валов, как для эталонных, так и восстановленных меньше коренных. Данная закономерность существует как для эталонных валов так и для восстановленных по технологиям ГосНИТИ и Каз НТУ. Это положение подтверждается ранее проведенными эксплуатационными испытаниями восстановленных коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53, при которых получен темп износа шатунных шеек в 6,0…8,0 раз меньше коренных [3, 4].

По абсолютной величине интенсивность изнашивания новых шеек чугунных коленчатых валов, полученная в результате проведения настоящих эксплуатационных испытаний, совпадает с данными работы [5]. По данным КазНИПИАТа диаметральный темп износа коренных шеек равен 0,67±0.34 мкм/тыс.км , а шатунных шеек 0,085±0.048 мкм/тыс.км. Для коренных шеек новых коленчатых валов ЗМЗ-21 из высокопрочного магниевого чугуна с шаровидным графитом авторами работы [5] Мазухиным Н.Г и Воденисовым А.Я для условий стационарной работы двигателя, определена интенсивность изнашивания, равная 0,615 мкм/тыс.км. В два раза большее значение темпа изнашивания шатунных шеек по сравнению с нашими данными может быть объяснено, различными условиями испытаний и конструктивными отличиями двигателей, а так же различиями методик и погрешностями примененных способов определения износов [94, 95, 96].

Результаты сравнительной оценки износостойкости новых и восстановленных наплавкой по технологии Каз НТУ и ГосНИТИ коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53 приведены в таблице 2. Априори износостойкость новых деталей, коленчатых валов эталонной серии, принята за 100% или равной единице.

Как видно из таблицы-2 износостойкость коленчатых валов, восстановленных по технологии Каз НТУ, находится на уровне новых деталей (101,28%), а по шатунным шейкам превышает на 3,85 %, что хорошо согласуется с данными лабораторных исследований (104%) [1].

Износостойкость коленчатых валов, восстановленных по технологии ГосНИТИ, составляет 57,75% для коренных шеек и 52,4% для шатунных шеек, в сравнении с новыми, эталонными коленчатыми валами двигателей ЗМЗ-53, а также восстановленных по технологии Каз НТУ. Микрометраж коленчатых валов и вкладышей всех двигателей проводился в мае и начале октября 2014 года. При этом пробег автомобилей колебался при первом микрометраже 55…60 тыс.км, при втором 10…15 тыс.км. Во втором промежутке интенсивность эксплуатации увеличилась, поскольку был сезон строительных и полевых работ, на которых использовались автомашины.

Средняя величина износа коренных шеек выше, чем шатунных у всех валов, что согласуется с данными других исследований. Поэтому для исследования сравнительной износостойкости исследуемых коленчатых валов нами использовались данные микрометража коренных шеек коленчатых валов.

Средняя величина износа коренных шеек коленчатых валов по сериям представлена в таблице 3. Отметим, что величина износа вкладышей была незначительна в пределах нескольких микрон (2-6 мкм), и только у одного из шатунных вкладышей наблюдался износ около 9 мкм.

На основании данных микрометража построены графики износа коренных и шатунных шеек коленчатых валов (рисунок 1, 2).

Таблица 1. **Радиальный износ испытанных коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53**

Характеристика шеек коленчатых валов	Темп износа, мкм/тыс.км	Средне квадратичное отклонение S, мкм/тыс.км	Коэффициент вариации, γ,%
	Шатунные шейки		
Эталонные (новый)	0,054	0,015	27,5
Каз НТУ	0,052	0,017	32,7
ГосНИТИ	0,103	0,036	35,1
	Коренные шейки		
Эталонные (новый)	0,380	0,086	23,0
Каз НТУ	0,385	0,098	23,4
ГосНИТИ	0,658	0,161	25,1

Таблица 2. **Сравнительная оценка износостойкости новых и восстановленных коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53**

Наименование серий испытанных коленчатых валов	Износостойкость шеек валов в %		Износостойкость в общем по валу, %
	коренные	шатунные	
1. Новые, эталонные	100,0	100,0	100,0
2. Восстановленные по технологии Каз НТУ	98,7	103,85	101,28
3. Восстановленные по технологии ГосНИТИ	57,75	52,4	55,08

Таблица 3. **Средняя величина износа коренных и шатунных шеек коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53**

№ п/п	Серии	Пробег, км	
		Величина износа, мм	
		шатунной	коренной
1	Новые (эталонные)	60910	74500
		0,043	0,052
2	Восстановленные по винтовой линии (технология ГосНИТИ)	56881	67545
		0,051	0,061
3	Восстановленные широкослойной наплавкой проволокой 15ГЮСТЦА (технология Каз НТУ)	61243	70062
		0,037	0,042

Таким образом, данные эксплуатационных испытаний показывают, что износостойкость коленчатых валов восстановленных по технологии Каз НТУ превышает износостойкости валов восстановленных по технологии ГосНИТИ.

Проявлений усталостного разрушения-трещин, выкрашиваний, поломок ни по одной из серий наблюдаемых коленчатых валов не было выявлено.

По результатам эксплуатационных испытаний трех серий коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53 новых, эталонной серии и восстановленных наплавкой по технологиям Каз НТУ и ГосНИТИ, можно сделать следующие обобщающие выводы:

-предложенную методику эксплуатационных испытаний следует признать пригодной для оценки долговечности восстанавливаемых деталей и двигателей в целом;

-максимальный износ шатунных шеек расположен в плоскости оси цилиндров при положении кривошипов в ВМТ, т.е. смещен на 45^0 влево для 1…4 шеек и вправо для 5…8 – ой, совпадая с направлением действия наибольших сил инерции и рабочего давления;

-по абсолютной величине интенсивность изнашивания испытанных новых чугунных коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53 согласуется с данными других исследователей;

-износостойкость коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53, восстановленных наплавкой по технологии Каз НТУ, находятся на уровне износов новых деталей (1,3%), а по шатунным шейкам на 3,75% превышает её;

-износостойкость коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53, восстановленных наплавкой по технологии ГосНИТИ, составляет 57,75% для коренных и 52,40% для шатунных шеек относительно новых эталонных коленчатых валов;

-характер и картина изнашивания коренных и шатунных подшипников для всех V- образных двигателей, имеющих угол развала цилиндров от вертикальной плоскости $\pm 45^0$, по-видимому, являются общими;

-износостойкость коленчатых валов восстановленных по технологии КУ Алатау находится на уровне износостойкости новых валов, что обеспечивается добавлением в дугу ферромагнитной шихты.

-исходя из полученных данных эксплуатационных испытаний представляется возможным рекомендовать восстановление чугунных коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53 наплавкой по технологии Каз НТУ, как предпочтительную перед другими способами наплавок.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Каржаубаев А.С. Восстановление чугунных коленчатых валов методом широкослойной наплавкой. Монография .Изд. *«nur - print»* 2015 г.Алматы.

[2] Мендебаев Т.М., Каржаубаев А.С. Восстановление деталей широкослойной наплавкой // Труды Братского государственного университета, №4, Братск-2010

[3] Бисекен А.Б., Каржаубаев А.С.. Технология восстановления чугунных коленчатых валов на примере коленчатого вала двигателя ЗМЗ-53. Сборник статей научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов. Каз НАУ. Часть 2. «Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства». Алматы.: 2003. -36-38 с.

[4] Мендебаев Т.М., Каржаубаев А.С. Обоснование необходимости проведения эксплуатационных коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53. ТОО Издательство «Бастау», журнал «Вестник с/х науки Казахстана». Алматы.: №6, 2007.

[5] Доценко Г.Н. Восстановление чугунных коленчатых валов автоматической наплавкой. – М.: Транспорт, 1970. – 55с.

Каржаубаев А.С.

Жалпақ балқылаумен қалпына келтірілген шойын иінді біліктерді эксплуатациялық сынау нәтижелері

Түйіндеме. Автомобилдердің ұзақ мерзімділігі, бөлшектер мен буындардың сапалы жасалғанына және сапалы қалпына келтірілгеніне байланысты. Зерттеу жұмыстарын негіздеп, бұл мақалада әр-түрлі тәсілмен қалпына келтірілген иінді біліктердің мойыншаларын тозу төзімділігін эксплуатациялық сынау қарастырылған.

Түйін сөздер: балқылау, микрометраж, иінді білік, тозық, сынау, ұнтақ.

Karzhaubaev A.S.

Results of operating tests of cast-iron crankshafts recovered by shirokosloynoy surfacing

Summary. Longevity of car in a great deal depends on quality of making and recovered his knots and details. On the basis of research works, in this article considered operating tests of crankshafts and comparison inter se wear-proofness of necks of crankshafts recovered of different ways.

Key words: welding , precise measurements , crankshaft, wear, tests, powder.

УДК 677.024

[1]А. Е. Арипбаева, [1]Ж.У. Мырхалыков, [2]С.Г. Степанов
([1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова, Шымкент,
[2] Ивановский государственный политехнический университет, Иваново, Россия,
E-mail: step-sg@mail.ru)

НОВОЕ ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ОБЛАСТИ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЖАРНЫХ НАПОРНЫХ РУКАВОВ

Аннотация. Рассмотрены назначение, устройство пожарных напорных рукавов, проведен краткий анализ публикаций по их прочностному расчету при гидравлическом воздействии, обозначены достижения в области их расчета и проектирования, в частностина основе нелинейной теории расчета однослойных тканей полотняного переплетения разработаны основные теоретические положения и выполнен комплекс экспериментальных исследований по расчету на прочность пожарных напорных рукавов при гидравлическом воздействии, получена новая формула, связывающая разрывное внутреннее гидравлическое давление в пожарном рукаве с разрывной нагрузкой в уточной нити и рядом других параметров. Полученная формула положена в основу разработаннойметодики расчета и рационального проектированияпожарных напорных рукавов,позволяющей выполнить важный этап изготовления новых пожарных напорных рукавов, а именно, выполнить прочностной расчет и подобрать рациональные параметры тканого армирующего каркаса рукава при обязательном соблюдении требований ГОСТ а по разрывному давлению. На основе полученных патентов предложено использование в пожарных напорных рукавах вместо традиционных полиэфирных нитей, нитей из сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ - нитей), отличающихся от традиционных нитей исключительно высокой прочностью и сопротивляемостью абразивному истиранию.

Ключевые слова: пожарный напорный рукав, тканый армирующий каркас, разрывное внутреннее гидравлическое давление,методика рационального проектирования и расчета тканых армирующих каркасов пожарных рукавов.

Пожарные напорные рукава (ПНР) представляют собой гибкие трубопроводы, применяемые для подачи воды и водных растворов пенообразователей на расстояние под давлением.Наряду с другим пожарным оборудованием, ПНР являются одним из основных видов пожарного вооружения, и от их исправного состояния во многом зависит успешное тушение пожаров, спасение жизни людей и имущества.

В настоящее время,по причине отсутствия собственного производства,Казахстан вынужден закупать ПНР у зарубежных производителей. Поскольку рукава относятся к дорогостоящему пожарному оборудованию, Казахстан несет существенные экономические затраты.

Особенно актуальным является налаживаниесобственного производства новых высокотехнологичных ПНР на территории Казахстана, лежащего преимущественно в зоне засушливого климата, а, следовательно, предрасположенного к возникновению пожаров. Для достижения этой цели, помимо производственных площадей и оборудования, крайне важным является развитие и углубление теории расчета и проектирования ПНР при гидравлическом воздействии, которая, безусловно, будет востребована при расчете и проектировании новых видов ПНР.

Поскольку основным поставщиком ПНР в Казахстан является Россия, то целесообразно рассмотреть конструкции ПНР именно этого производителя. Согласно [1] ПНР изготавливают прорезиненными, покрытыми только внутри слоем резины, привулканизированной к ткани рукава, так и с двухсторонним покрытием, когда слоем резины пожарный рукав покрыт как снаружи, так и внутри, а также латексированными, покрытыми внутри и снаружи, слоем латекса.

Основным несущим элементом ПНР является армирующий каркас, представляющий собой тканую несущую оболочку, которая в подавляющей степени воспринимает усилия, обусловленные наличием давления жидкости внутри ПНР.

Анализ структуры тканых армирующих каркасов ПНР, произведенных в РФ, показал, что все они

состоят из однослойных тканей полотняного переплетения. При этом по длине ПНР располагаются основные нити, которые взаимно переплетены с уточными нитями, проложенными по его окружности.

На основании вышеизложенного есть все основания отнести ПНР к текстильным изделиям технического назначения, в частности, к композиционным материалам.

Расчет на прочность ПНР сводится в основном к расчету на прочность их тканого армирующего каркаса. В 2009 году Ивановской текстильной академией совместно с Ивановским химико-технологическим университетом была начата разработка научного направления по расчету и проектированию ПНР. С 2011 года в разработке данного научного направления принимает участие Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова.

После тщательного анализа публикаций по прочностному расчету ПНР при действии гидравлического давления, нами была обнаружена лишь одна публикация [2], в которой автором предпринята попытка использования формулы для расчета металлических труб от действия внутреннего гидравлического давления для прочностного расчета ПНР. Но структура пожарного рукава, состоящая из отдельных нитей, промежутки между которыми заполнены резиной, даже на макроуровне несущей оболочки не отвечает требованиям сплошности, однородности, изотропности. Поэтому, как и ожидалось, использование формулы (16) [2] для расчета ПНР приводило к большой погрешности. Таким образом, имел место редкий случай в современной науке, когда целое научное направление по прочностному расчету ПНР при гидравлическом воздействии не исследовано и не разработано.

Из-за структуры тканых армирующих каркасов ПНР (основные и уточные нити перекрещиваются почти под прямым углом), оказалось невозможным использование теории расчета сетчатых оболочек и теории расчета каркасов шин, в которых нити расположены либо по геодезическим линиям поверхности оболочки [3] (геодезические линии для цилиндрической оболочки – винтовые линии), либо нити имеют так называемую «шинную геометрию» [4], когда они также располагаются по винтовым линиям, но при этом между слоями нитей помещаются привулканизированные к нитям слои резины.

Таким образом, мы столкнулись с необходимостью разработки теории по прочностному расчету ПНР при гидравлическом воздействии.

К настоящему времени на основе нелинейной теории расчета однослойных тканей полотняного переплетения [5] разработаны основные теоретические положения [6]*, [7]*, [8]и выполнен комплекс экспериментальных исследований по расчету на прочность ПНР при гидравлическом воздействии, а именно: на базе обоснованных допущений по отношению к нитям и структурерукава разработаны математические модели, описывающие взаимодействие нитей в армирующем каркасе ПНР; получены относительно простые и удобные при использовании зависимости для прочностного расчета ПНР при внутреннем гидравлическом воздействии; проведен комплекс экспериментальных исследований зон контакта между нитями в ПНР с применением методов математической статистики для установления величин коэффициентов вертикального смятия нитей, длин зон контакта между нитями в несущих армирующих каркасах рукавов разных диаметров; подтверждена достоверность теоретических положений и математических зависимостей для прочностного расчета ПНР при гидравлическом воздействии; исследовано влияние различных параметров несущего армирующего каркаса на разрывное давление ПНР (внутреннее давление жидкости, при котором ПНР разрушается; данный параметр, характеризует прочность ПНР и регламентируется [1]); разработана научно обоснованная и достоверная методика прочностного расчета и рационального проектирования армирующих каркасов ПНР при гидравлическом воздействии.

Обоснуем необходимость использования методики рационального проектирования ПНР, обеспечивающей минимальный расход материала при изготовлении армирующего каркаса.

Для всех ПНР, согласно [1], вводятся минимальные значения по разрывным давлениям. Нами проанализированы данные по минимальным значениям разрывных давлений в латексированных ПНР производства ПО «БЕРЕГ» (Российская Федерация), рассчитанных на рабочее давление 1,6 МПа, и фактические экспериментальные разрывные давления в тех же рукавах по данным Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны (ВНИИПО) МЧС России

*Работы выполнены под руководством д.т.н. С.Г. Степанова

(г. Балашиха). Превышение экспериментальных значений над минимальными требованиями [1] составляет 8,3%; 14,3%; 20,0 %; 22,9 % ; 48,6% соответственно для рукавов диаметров 150 мм; 89 мм; 77 мм; 66 мм; 51 мм. Это превышение (особенно для рукавов диаметром 77 мм, 66 мм, 51 мм) свидетельствуют о существенном перерасходе материала, из которого изготовлен тканый армирующий каркас, что сказывается на удорожании ПНР и увеличении его веса. Последнее подтверждает необходимость использования методики рационального проектирования ПНР, обеспечивающей минимальный расход материала при производстве тканого армирующего каркаса при обязательном сохранении запаса прочности рукава согласно [1].

В основу разработанной методики расчета и рационального проектирования ПНР положена полученная нами новая формула, связывающая разрывное внутреннее гидравлическое давление $p_{разр.}$ в пожарном рукаве с разрывной нагрузкой $N_{разр}$ в уточной нити и рядом других параметров:

$$p_{разр}=\frac{2N_{разр}L_o}{R\left\{L_y(2L_o-\beta_o d_o)+L_o\left[2\left(L_y^2+(d_o\eta_{OB}+d_y\eta_{yB})^2\right)^{\frac{1}{2}}+\frac{0{,}212\cdot L_y^2(d_o\eta_{OB}+d_y\eta_{yB})^2}{\left(L_y^2+(d_o\eta_{OB}+d_y\eta_{yB})^2\right)^{\frac{3}{2}}}-\beta_y d_y\right]\right\}} \quad (1)$$

где R– радиус пожарного рукава; L_o,L_y– геометрические плотности соответственно пооснове и утку тканого армирующего каркаса ПНР; d_0, d_y, η_{OB}, η_{yB} – соответственно диаметры нитей основы и утка тканого армирующего каркаса ПНР и коэффициенты вертикального смятия нитей; β_O , $\beta_У$ – коэффициенты, характеризующие длины зон контакта между нитями в каркасе рукава в долях диаметров нитей основы и утка.

Для расчета по формуле (1) разрывного внутреннего гидравлического давления в латексированных ПНР различных диаметров производства ПО «БЕРЕГ» по разрывной нагрузке уточной нити, а также для подтверждения достоверности данной формулы, нами были определены необходимые исходные данные. В ПНР этого производителя используются как по основе, так и по утку полиэфирные нити различной линейной плотности.

Диаметры основных d_0 и уточных d_y нитей принимались на основе данных производителя рукавов,геометрические плотности по основе L_0 и утку L_y определялись путем замеров в рукавах, значения разрывных усилий уточных нитей $N_{разр}$армирующих каркасов рукавов были определены по результатам испытаний на разрыв на разрывной машине РМИ-250.

Длины дуг контакта между нитями, величины коэффициентов вертикального смятия нитей основы η_{OB} и утка η_{yB} определялись на основе исследования зон контакта между нитями в рукавах различных диаметров при их разрезе. Исследования проводились в лаборатории Южно-Казахстанского государственного университета им. М.О. Ауэзова. При этом использовалсярастровый электронный микроскоп JSM-6490LV, позволяющий исследовать микроструктуру и провести анализ поверхности различных материалов.Обработка экспериментальных данных проводилась с использованием методов математической статистики.

Расхождение между экспериментальными значениями разрывных давленийв латексированных напорных пожарных рукавах производства ПО «БЕРЕГ», полученных в лаборатории ВНИИПО МЧС России и расчетными значениями разрывных давленийв тех же рукавах по математическому выражению (1)не превышает 3%, что подтверждает достоверностьпредставленнойформулыдля прочностного расчета ПНР при гидравлическом воздействии.

Разработанная методика расчета и рационального проектирования ПНР включает следующие этапы (рис.1).

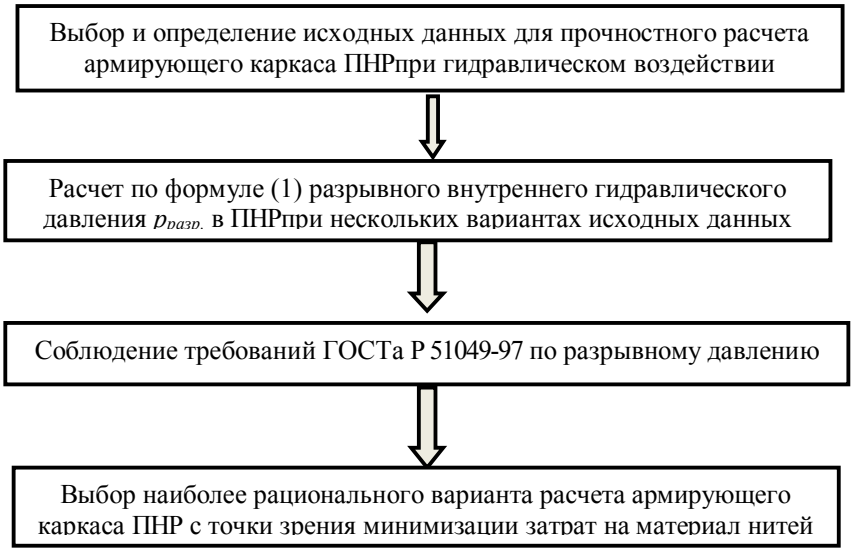


Рис. 1. Методика рационального проектирования тканых армирующих каркасов пожарных напорных рукавов
A.E. Aripbaeva,Zh.U. Myirhalyikov, S.G. Stepanov

Данная методика позволяет выполнить важный этап изготовления новых ПНР, а именно выполнить прочностной расчет и подобрать рациональные параметры тканого армирующего каркаса рукава.

Практика использования ПНР показывает, что основной причиной их разрыва при эксплуатации является абразивный износ армирующего каркаса. В связи с этим особенно актуальной становится проблема выбора материала нитей при производстве новых высокотехнологичных НПР. На основе методики расчета и рационального проектирования ПНР получены патенты [9,10] на использование в ПНР-наряду с полиэфирными нитями, нитей из сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ - нитей), относящихся наряду с углеродными и арамидными нитями к тройке «супернитей» и отличающихся от традиционных нитей исключительно высокой прочностью и сопротивляемостью абразивному истиранию. Мы считаем использование СВМПЭ-нитей одним из перспективных направлений для производствановых долговечных и высокотехнологичных ПНР.

Выводы

1. Рассмотрены назначение и устройство ПНР, проведен краткий анализ публикаций по их прочностному расчету при гидравлическом воздействии и обозначены достижения в области расчета и проектирования.

2. Получена формула, связывающая разрывное внутреннее гидравлическое давление в пожарном рукаве с разрывной нагрузкой в уточной нити и рядом других параметров.

3. Разработана методика, позволяющая выполнить прочностной расчет и подобрать рациональные параметры армирующего каркаса ПНР.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ГОСТ Р 51049-97. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытания.

[2] Тарасов-Агалаков Н.А. Практическая гидравлика в пожарном деле. М. 1959. 134 с.;

[3] Дьяконов Е.Г., Николаев И.К.О решении некоторых задач теории сетчатых оболочек. Журнал вычислительной математики и математической физики. 1973. № 4. Т.13. С.938 – 951;

[4] Бухин Б.Л. Применение теории сетчатых оболочек к расчету пневматических шин. Механика пневматических шин. Сборник трудов НИИ шинной промышленности. М. 1974. С. 59 – 74;

[5] Степанов С.Г.Развитие теории формирования и строения тканина на основе нелинейной механики гибких нитей. Диссертация доктора технических наук. Иваново. ИГТА. 2007. 443 с.;

[6] Моторин Л.В., Степанов О. С., Братолюбова Е.В. Математическая модель для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии. Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2010. №8. С. 103 –109;

[7] Моторин Л.В., Степанов О. С., Братолюбова Е.В. Упрощенная математическая модель для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии. Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2011. №1. С. 126 – 133;

[8] Мырхалыков Ж.У., Сатаев М.И., Степанов С.Г., Чистобородов Г.И. Теория формирования и строения ткани на основе нелинейной механики гибких нитей и ее приложение к решению практических задач. – Шымкент: ЮКГУ, ИВГПУ, 2014. - 500с.

[9] Степанов О.С., Чистобородов Г.И., Шомов П.А. Патент РФ № 130859. 2013;

[10] Степанов О.С., Степанов С.Г., Шомов П.А. Патент РФ № 140574. 2013.

Арипбаева А.Е., Мырхалыков Ж.У., Степанов С.Г.

Новое перспективное научное направление в области расчета и проектирования пожарных напорных рукавов

Түйіндеме. Эксперименттік зерттеулер бойынша есептеу беріктігі өрт сөндірушілер қысымдық өрт сөндіру кезінде гидравликалық әсері қаралды. Мақсаты, құрылғысы, қысымды өрт сөндіру түтікшесі, олардың төзімділікке есептеу кезінде гидравликалық әсері белгіленді. Өрт сөндіру саласындағы жетістіктері, оларды есептеу және жобалау, атап айтқанда, бейсызық теориясының негізінде есептеу жаймалық мата өрімі әзірленді, негізгі теориялық ережелер мен кешені орындалды, алынған жаңа формула қысым жегінде жүктемемен арқау жіптер және басқа да бірқатар параметрлерін байланыстыратын ішкі гидравликалық жарылыс. Алынған формула негізіне әзірленген әдістемесін және ұтымды жобалау қысымды өрт сөндіру түтікшелері, мүмкіндік беретін маңызды кезең дайындаудың жаңа өрт сөндіру қысымды түтікшелерді, атап айтқанда, орындау төімділікке есептеу және таңдау параметрлері оңтайлы мата арматуралау қаңқасының түтікшелерінің талаптары міндетті түрде сақталған жағдайда жарылыс қысым МЕМст бойынша орындау. Негізінде алынған патенттерді пайдалану ұсынылған өрт сөндіру түтікшелерінде орнына дәстүрлі полиэфирлі жіптерден, жіптерден жоғарғымолекулярлы полиэтилен (СВМПЭ - жіп) ерекшеленетін дәстүрлі жіптерді тек жоғары беріктігі мен қажалуға қарсы беріктігі жоғары.

Түйін сөздер: өрт сөндіру түтігі, маталық сыртқы қабат, судің ішкі жарғыш қысымы, өрт сөндіру түтігінің маталық сыртқы қабатының берілгендерінен жарылу қысымының тәуелділігі.

Арипбаева А.Е., Мырхалыков Ж.У., Степанов С.Г.

The new perspective scientific direction in the field of calculation and design of fire pressure head hoses

Summary. Setting, device of fire pressure sleeves is considered, the short-story analysis of publications is conducted upon their settlement at hydraulic influence, achievements are marked in area of their calculation and planning, in particular on the basis of nonlinear theory of calculation of fabrics of the linen interlacing substantive theoretical provisions are developed and the complex of experimental researches is executed upon settlement on durability of fire pressure sleeves at hydraulic influence, got The got formula is fixed in basis of the developed method of calculation and rational planning of fire pressure sleeves, allowing to execute the important stage of making of new firemen of pressure sleeves, namely, to execute a calculation and pick up the rational parameters of the woven reinforcing framework of sleeve at the obligatory observance of requirements of Gost on break pressure.On the basis of the got patents the use is offered in fire pressure sleeves in place of traditional.

Key words: fire pressure sleeve, woven reinforcing framework, break intrinsic hydraulic pressure, method of the rational planning and calculation of the woven reinforcing frameworks of fire sleeves.

УДК 528.721.

М.Е. Куттыкадамов, Ж. Байгурин, К.Б. Рысбеков, А.А. Спицын, Е.Е. Куттыкадамов
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан,
E-mail: mukhtar11111@mail.ru , kanay_r@mail.ru)

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РАКУРСА СЪЕМКИ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИИ

Аннотация. Рассматриваетсязадачавыбора оптимального ракурса съемки наземного лазерного сканирования высотных зданий и сооружении. На основании установленной зависимости точности измерения от плеча и угла сканирования, для ее решения введена новая величина – приведенная по углу сканирования оптическая длина пути лазерного луча. Показано, что минимальному значению приведенной длины соответствуют максимальная точность измерения.Определена функциональная зависимость приведенной длины от расстояния между сканерам и зданием, его высотой и углом сканирования.Из найденного экстремума зависимости выведена формула, связываю-

щая место установки сканера с высотой здания, для получения требуемой точности измерения.

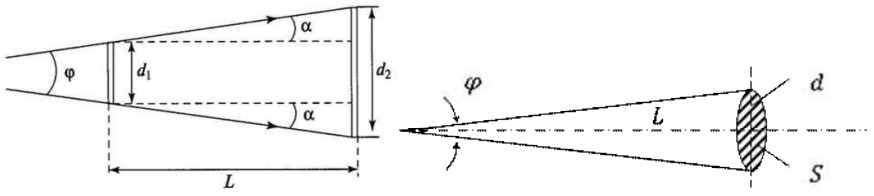
Ключевыеслова: сканер, модель, съемка, лидар, объект, сооружение, пучок, лазер, оптика, диаметр, эффективный диаметр , луч, здание.

В последние время отмечается повышенный интерес к использованию в геодезических наблюдениях возможностей метода наземного лазерного сканирования (НЛС). Современный сканер обеспечивает высокую скорость, необходимую дальность съемки (за последние 5 лет дальность сканирования увеличилось в несколько раз и для некоторых типов марок достигает 600м и выше), сопряжен с компьютером, имеющим соответствующее программное обеспечение. Все это позволяет рассчитывать на получение 3D модели объекта практически мгновенно и в рамках точности заявленной в техническом паспорте сканера. На практике, с ростом размеров объектов сканирования, точность измерения снижается из-за увеличения плеча и угла сканирования. Кроме того, для охвата сканированием всей поверхности объекта больших размеровнеобходимо менять места установки лидара. Количество таких мест зависит от размера сканируемого объекта и расстояния между ним и сканером. Для получение 3D модели, сканы,полученные с разных мест далее сшиваются. Равномерность сшивания будет определяться, в первую очередь, совпадением точности полученных сканов в местах их перекрытия.Особенно это проявляется при НЛС объектов значительных размеров,к примеру, высотных зданий и сооружений. В этом случае особые требования предъявляются к месту установки сканера, для обеспечения оптимальных условий съемки и эффективности НЛС при максимальной возможной точности измерений[1,3,4]. Для этого рассмотрим влияние параметров лазерного луча на формирование точности измерении.

Диаметр пучка излучения *d*НЛС, в котором содержится заданная доля энергии излучения, определяется выражением:

$$d=\varphi L, \tag{1}$$

где φ-расходимость пучка излучения (плоский угол при вершине кругового конуса с осью, совпадающей с оптической осью пучка, в котором распространяется заданная доля энергии излучения), *L*-дальность на которой определяется диаметр пучка излучениярисунок1[4].



$$sin\alpha \approx tg\alpha = \frac{d_2 - d_1}{2L} \text{ и } sin\alpha \approx \alpha; \quad \varphi = 2\alpha = \frac{d_2 - d_1}{L}$$

Рис. 1. Геометрия пучка излучения лазера

Площадь сечения пучка излучения S, соответствующая диаметру пучка *d*, определяется по формуле [4]:

$$S = \frac{\pi\varphi^2 L^2}{4} \tag{2}$$

Распределения плотности энергии (мощности) излучения по сечению пучка определяется следующей функций:

$$E(\varphi, L) = 0{,}9\frac{E_0}{\varphi_{0,5}^2}\exp(-0{,}7\frac{\varphi^2}{\varphi_{0,5}^2}), \tag{3}$$

где - $E(\varphi, L)$-собственно функция распределения, E_0-плотность энергии источника излучения, $\varphi_{0,5}$- расходимость пучка излучения по уровню 0,5 энергии излучения - угол при вершине кругового

конуса, внутри которого распространяется 50% энергии излучений, являющаяся измеряемым параметром в лазерной технике.

Следуетотметить, чтоправаячастьвыражения(3) не зависит от L,поэтомукорректней в левыйчастиуравнениянафункциюE(φ, L) заменитьнафункциюE (φ)

Функцианальнаязависимостьплотностиэнергийизлучениепосечениюпучка от оптическогоходалучасканированиеLможетбытьполученазаменнойправойчастиуравнение(3)$\varphi_{0,5}$ и φ из уравнения (2) :

$$E(S, L) = 0{,}7\ E_0 \frac{S_{0.5}}{L^2} \exp(-0{,}7\frac{S^2}{S_{0,5}}), \quad (4)$$

где $S_{0.5}$ – площадь центральный части сечениялазерногопучка, черезкоторуюраспространаетсяполовинаэнергийизлучения. Всетривеличины φ, S и L, вошедшие в уравнения (3) и (4) взаимосвязаны. Поэтому исследование влиянияна процесс сканирования, включая формирование точности измерения, одной из них легко устанавливается роль остальных параметров. На основе таких исследований вырабатывают практические рекомендации по оптимизации процессов НЛС.

Известно [1],что на результатыназемного лазерного сканирования основное влияние оказывают следующие метрологические свойства объектов: форма и отражающая способность, которая, в свою очередь, определяется текстурой, цветом. Влияние объекта съемки на точность получения пространственной информации, в основном, проявляется в погрешности измеряемых расстояний.

При наземном лазерном сканировании на результаты поиска максимумов обеих функций влияют наличие шумовых составляющих в электромагнитном сигнале, апертура выходного сигнала лазера, величина расходимости лазерного луча, расстояние до объекта, форма и отражающая способность цели.

Предположим, что объект, до которого измеряется расстояние, имеет форму сферы радиусом *R*, равным расстоянию от лазерного источника до цели. В этом случае ширина выходного и входного импульсов будет совпадать и расстояние будет определяться с более высокой точностью.

Предположим, что цель представляет собой плоскость. Тогда входной сигнал будет несколько шире выходного, причем степень размывания его зависит от ориентации плоскости по отношению к вектору распространения лазерного луча (она будет минимальной, если плоскость расположена перпендикулярно лучу)

Особенно это проявляется при НЛС высотных зданий и сооружений Рисунок 2.

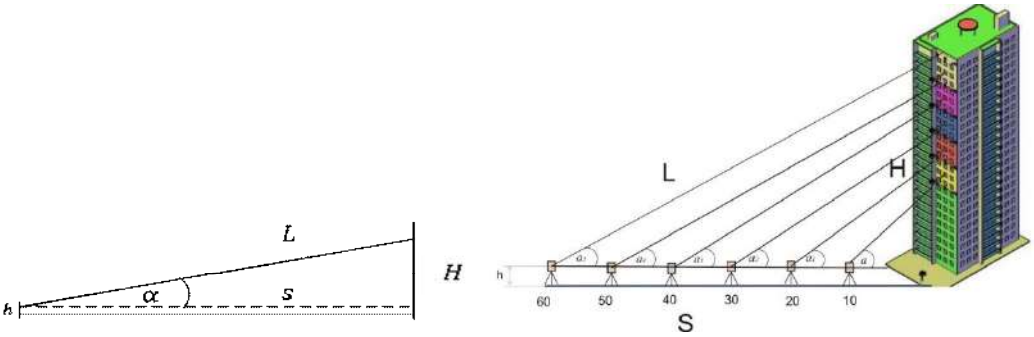


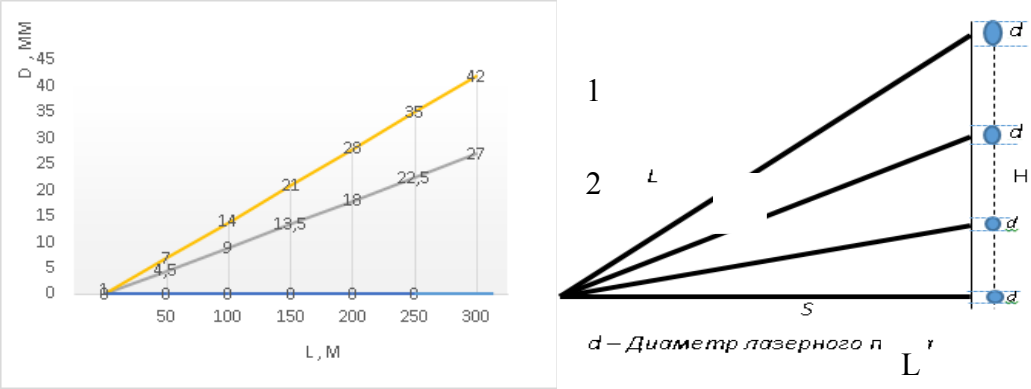
Рис. 2. Геометрия НЛС высотныхзданий и сооружений

Где *H* - высота объекта, *h* - высота установкисканера,*S*- горизонтальное расстояние от сканерадо объекта, α - угол падения луча.

Из сказанного выше следует, что превышение диаметра входного сигнала над диаметром входного сигнала будет увеличиваться с ростом угла сканированияα.Зависимость выражается законом Ламберта (4),

$$d_{эфф} = \frac{d}{cos\alpha}, \quad (5)$$

где *d*-диаметр лазерного пучка в момент попадания на цель, $d_{эфф}$- диаметр лазерного пучка накрывшего цель, **n**и **n**'-единичные вектора нормали к поперечному сечению луча лазера и стенки здания, соответственно,α -угол сканирования (угол между ними). В свою очередь, диаметр лазерного пучка dзависит от плеча сканирования L. По паспортным данным сканераLeicaScanStationP20 зависимость может быть выраженааналитическим (6), (7) и представлена графически(рисунок 3).



1-По методу Гаусса , 2 – пометодуFWHH

Рис. 3. Зависимостьдиаметралазерноголуча от плеча сканирования

$$d = \frac{4{,}5мм}{50м} L = 0{,}09L \text{ (мм)}, \quad (6)$$

где - увеличение диаметра на 4,5мм при прохождении лазерным пучком оптического пути 50м определялась по методу FWHH

$$d = \frac{7{,}0мм}{50м} L = 0{,}14\,L \text{ (мм)} \quad (7)$$

где - увеличение диаметра на 7,0 мм на каждые 50м оптического пути определялась по методу Гаусса.

Эффективный диаметр $d_{эфф.}$определяемый этими методами вычисляется, соответственно, по формулам (8) и (9) :

$$d_{эфф} = 0{,}09\,\frac{L}{cos\alpha} \text{(мм)} ; \quad (8)$$

$$d_{эфф} = 0{,}14\,\frac{L}{cos\alpha} \text{ (мм)}, (9)$$

Графическаязависимостьприведенанарисунке4.

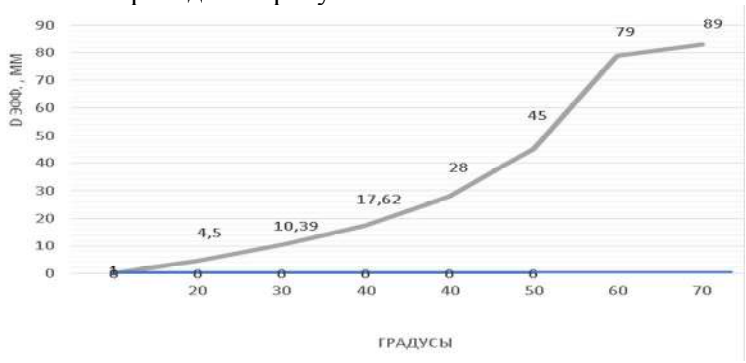


Рис.4. Зависимость эффективного диаметра лазерного луча $d_{эфф}$ от α угла сканирования α

Вместе с диаметром (площадью сечения) лазерного пучка с увеличением оптического пути луча (плеча сканирования)по паспортным данным сканера возрастает неточность измерений НЛС рисунок 5.

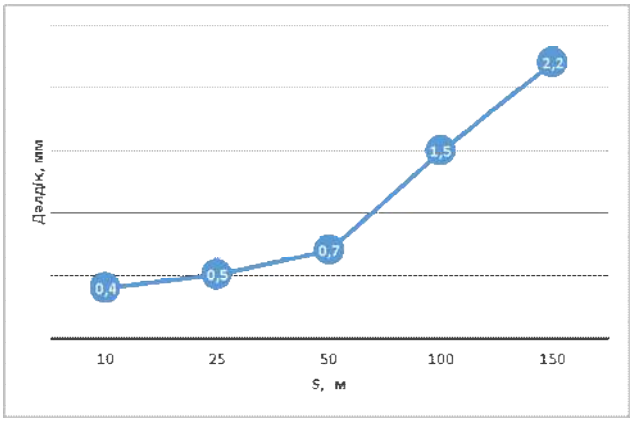


Рис. 5-а,б,в. Зависимость точности измерения от плеча сканированияпри альбедо – 90 %.

Таким образом, изменения диаметра пучка и точности измерений коррелируют между собой по длине сканирования*L*.С учетом этого,переход от диаметра лазерного пучка dк его эффективномузначению$d_{эфф}$(4), логично, для единства подхода к определению точности измерения заменитьдлину сканирования навеличину:

$$L_{пр} = \frac{L}{cos\alpha}, \tag{10}$$

где $L_{пр}$- приведенная по углу сканированияоптическаядлинапутилуча.

В дальнейшей, для учета особенностей различных типов сканеров под $L_{пр}$- будет подразумевать величину:

$$L_{пр} = К\ \frac{L}{cos\alpha}, \tag{11}$$

где К-коэффициент пропорциональности определяемый экспериментально, зависитот типа сканера, включаетинструментальныеошибки НЛС, влияниеатмосферы и метрологическиесвоиствaобьектов.

Воспользуемся рисунком 2 и в формуле (10) выразимвеличины Li через катеты прямоугольного треугольника:*Н*и *S* :

$$L = \sqrt{H^2 + S^2},\ cos\alpha = \frac{S}{\sqrt{H^2 + S^2}} \tag{12}$$

Подставляя из (11) в формулу (10) величины *L*и $cos\alpha$, после небольших преобразований получим:

$$L_{пр} = K\frac{H^2+S^2}{S} \tag{13}$$

Вернемся к нашей задаче – нахождению позиции сканера, обеспечивающую оптимальную точность измерения НЛС. Выше было показано, что точность измерения зависит от двух величин Li α.

Уменьшение L ведет к повышению точности измерения, одновременно к росту α, а,следовательно, возрастаетнеточность. И наоборот,увеличениеL снижает точность, уменьшает α, что повышает точность измерений.

Таким образом,точность измерения зависит от двух переменных параметров Li α. Для упрощения решения поставленной задачи воспользуемся приведенной по углу сканирования длинной (12), зависящей при постоянной высоте здания только от расстояния между позицией сканера и зданием, исходя из определения $L_{пр}$, следует,что минимальному значению $L_{пр}$ соответсвует

максимальная точность измерений НЛС. Для нахождения min$L_{пр}$найдем первуюпроизводную и приравняем её к нулю:

$$\frac{dL_m}{dS} = KH^2S^{-2}\text{-}1=0 \quad (14)$$

Из (14) следует:S= $\sqrt{K}$H (15)

Разработана методика выбора места съемки НЛС, высотных зданий и сооружений, обеспечивающая эффективность сканированияпри максимально возможной точности измерений.Введена новая величина $L_{пр}$ – приведеная по углу сканирование оптическая длина пути лазерного луча. Получена формула,функциональносвязывающая приведенную длину с расстоянием между сканерами зданием, его высотой и углом сканированием. По минимальному значению приведенной оптической длины пути лазерного луча определено место установки сканера, обеспечивающее заданную точность измерений. Для сравнения поставленная задача была решена графически. Оба подхода показали хорошую сходимость полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Середович, В.А. Наземное лазерное сканирование: Монография / В.А.Середович [и др.]. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 261 с.

[2] Ганьшин, В.Н. Измерение вертикальных смещений сооружений и анализ устойчивости реперов /В.Н. Ганьшин, А.Ф. Стороженко, А.Г. Ильин и др.-М.: Недра. - 1981.-215с.

[3] Примбектова А.,Рысбеков К.Б., Куттыкадамов М., Айтказинова Ш Внедрение лазерно-сканирующих технологий производства геодезических работ. Алматы: СборниктрудовМеждународнойнаучно-практическойконференции «Инновационныетехнологии и проекты в горно-металлургическомкомлпексе, их-научное и кадровыесопровождение». – 18-19 марта, 2014г. С.443-445

[4] Михеечев, В.С.Геодезические светодальномеры – М.: Недра, 1979. – 222 с

Құттықадамов М.Е., Байгурин Ж., Рысбеков К.Б., Спицын А.А., Құттықадамов Е.Е.

Биік ғимараттар мен имараттарды жер беттілік лазерлік сканермен тиімді ракуста түсіру.

Андатпа. Қарастырылып отырған тапсырма бойынша биік ғимараттар менимараттарды жер беттілік лазерліксканермен тиімді ракуста түсіру. Лазерлік сәуленің оптикалық жол ұзындығы мен бұрышының жиынтығы негізінде, лазерлік сканердің өлшеу дәлдігі мен сканерлеу бұрышына тәуелділік мәні енгізілді.

Лазерлік сәуленің тиімді ұзындығыныңең төменгі мәні максималды өлшеу дәлдігін сәйкес келетінін көрсетілген.

Сканер және ғимараттың биіктігі мен сканерлеу бұрышы арасындағы қашықтықтың функционалдық тәуелділігі анықталды.Қалаған дәлдікті алу үшін ғимараттың биіктігі мен сканер орналасқан орнына қатысты формула ұсынылды.

Түйінді сөздер: сканер, модель, түсіріс, лидар, нысан, имарат, сәуле дағы, лазер, оптика, диаметр, ғимарат, эффективті диаметр.

Kuttykadamov M.E., Baygurin Z.H., Rysbekov K.B., Spitsin A.A., Kuttykadamov E.E.

Choice of high-rise buildings and constructions surface laser scanning optimum perspective

Summary. *Theproblemofthechoiceofanoptimumperspectiveofshootingoflandlaserscanningofhigh-risebuildingsandconstructionsisconsidered. Onthebasisoftheestablisheddependenceofmeasurementaccuracyon a brachiumandtheangleofscanning, foritsdecisionnewsize – thecorrectedopticalpathof a laserbeamprovidedonthescanningangleisinjected. Itisshownthattominimumvalueof a reducedlengththerecorrespondsthemaximalmeasurementaccuracy. Thefunctionaldependenceof a correctedlengthfromdistancebetweenthescannerandthebuilding, itsheightandtheangleofscanningisdefined. Theformulaconnecting a scannerinstallationsitewithbuildingheightforobtainingtherequiredmeasurementaccuracyisbroughtoutofthefoundextremumofdependence.*

Keywords: *scanner, model, scanning, lidar, object, construction, beam, laser, optics, phasemeter, impulse, laserscanner, diameter, buildings, construction.*

В.В. Кудряшов, А.М. Ильин
(ННЛОТ КазНУ им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан kudryashov.post@gmail.com)

ИЗУЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ МОДИФИКАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР В НЕСАМОСТОЯТЕЛЬНОМ ГАЗОВОМ РАЗРЯДЕ

Аннотация. В работе представлены особенности получения малослойного графена модифицированного имплантацией ионами азота в несамостоятельном газовом разряде, а также результаты изучения рамановских спектров и вольт-амперных характеристик структур на его основе. Показано, что характер структурных изменений и электронных свойств синтезированных образцов малослойного графена зависит от энергии ионов азота и от толщины образца.

Ключевые слова: графен, FLG (малослойный графен), радиационная модификация, Рамановская спектроскопия, CVD (chemical vapor deposition) химическое газофазное осаждение

Введение

Графен представляет собой одну из алотропных модификаций углерода толщиной в один атомный слой. Графен - это полупроводник с нулевой шириной запрещенной зоны. Хорошо известно, что графен и малослойные графеновые структуры рассматриваются как перспективный материал для наноэлектроники, суперчувствительных сенсоров, в водородной энергетике, для упрочнения композиционных материалов [1-2]. Компьютерное моделирование углеродных наноструктур показывает, что присутствие дефектов может улучшать их физико-механические свойства. Более того, в некоторых случаях радиционное воздействие может служить как технологический инструмент для контролируемого изменения свойств углеродных наноструктур [3]. Использование азота в качестве заменяющего атома в гексагональной ячейке графена и малослойного графена может приводит к изменению электронного состояния полученного «композита» [3].

Использование графена в наноэлектронике нерентабельно из-за трудности промышленного производства и особенностей его электронных свойств. Однако модификация малослойного графена может приводить к необходимым свойствам. В настоящей работе показано, что модификация малослойного графена атомами азота приводит к изменению поведения ВАХ структур на его основе.

Целью данной работы являлось разработка методов плазменной обработки ионами азота для модификации свойств малослойного графена и установление закономерностей измения рамановских спектров и ВАХ структур от энергии бомбардирующих ионов.

Методика синтеза и модифицирования углеродных наноструктур

Образцы графена были получены методом CVD на никелевой подложке при температуре синтеза 900°С. Изменяя параметры синтеза и морфологию поверхности самой подложки, становится возможным варьировать толщиной образца и выращивать в одном процессе слои состоящие главным образом из графена, либо малослойного графена, либо нанографита. В последнем случае количество слоев больше 10. Для дальнейших исследований методом рамановской спектроскопии и оптической микроскопии образцы переносились на диэлектрическую подложку Si/SiO_2.

Для радиационной модификации графена, малослойного графена и графита ионами азота был создан реактор для плазменной обработки. Реакционная камера представляет собой кварцевую трубку с внешними плоскими электродами, на которые подается ВЧ-напряжение (емкостный способ возбуждения разряда) [4], по концам трубки на расстоянии 5 см от области газового разряда установлены электроды, на которые подается постоянное ускоряющие напряжение. В качестве источника ВЧ разряда использовался генератор НовоанЭМА УВЧ-80 со встроенным согласующим устройством. Ускоряющие электроды подключены к источнику питания с выходным напряжением до 2000 вольт и максимальным током 100 мА.

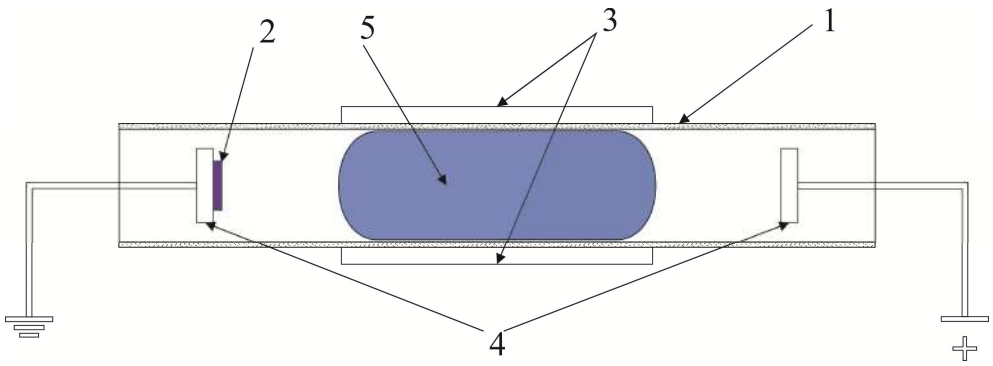
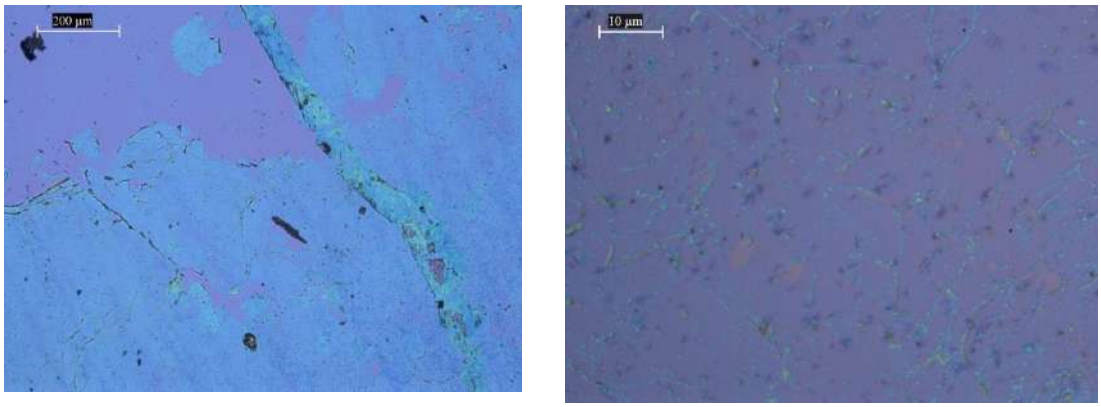


Рис. 1. Схематическое изображение реактора для модификации малослойного графена атомами азота
1 - кварцевая трубка (D=25 мм), 2 - образец, 3 - плоские электроды, на которые подается ВЧ напряжение,
4 - внутренние ускоряющие электроды (DC), 5 - область газового разряда

На рисунке 2 показана типичная оптическая микрофотография образца малослойного графена, полученного методом CVD с последующим переносом на диэлектрическую подложку.



а) б)

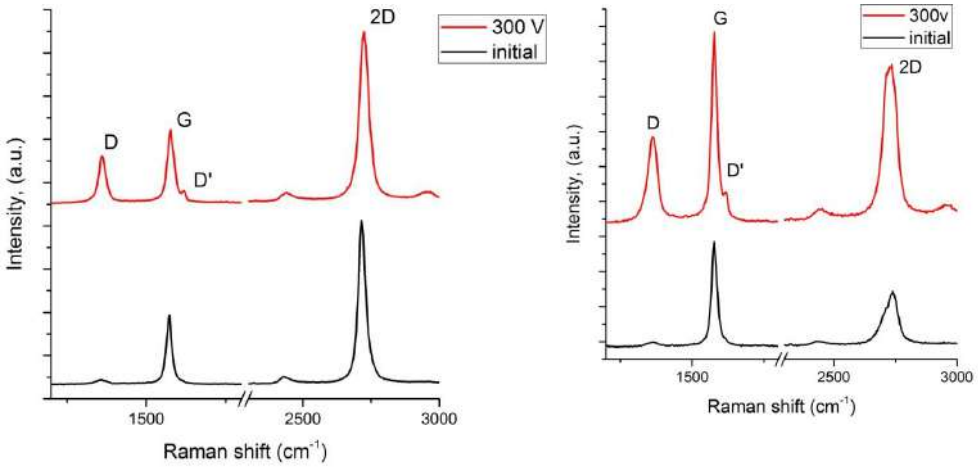
Рис. 2. Оптические микрофотографии образца малослойного графена на подложке Si/SiO_2 при различном увеличении

Используя ВУП 5М на образцы с малослойном графене напылялись алюминиевые контакты методом термического испарения в вакууме. Расстояние между алюминиевыми контактами составляло 1 мм. Измерение вольт-амперных характеристик (ВАХ) проводилась по двухточечной схеме с помощью потенциостата P-30J фирмы Elins. Диапазон напряжения находился от -5 до 5 В с шагом 20 мВ.

Измерения рамановских спектров проводились на спектрометре Solver Spectrum фирмы NT-MDT при комнатной температуре, длина волны лазерного возбуждения 473 нм мощностью 35 мВт и диаметром лазерного пятна на образце 2 мкм. Оптические микрофотографии получены с использованием Leica DM6000M.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

На одном образце подбирались области с графеном, малослойным графеном и графитом с помощью рамановской спектроскопии и оптической микроскопии. Данный образец подвергался облучению ионами азота с применением ускоряющего напряжения от 100 до 600 В. После облучения образец был изучен с помощью рамановской спектроскопии в тех же точках поверхности, что и до обработки в плазме. Обнаружено существенное изменение спектра после ионной бомбардировки, которая вносит дефекты структуры. Дефекты проявляются в виде изменения формы и положения пиков в рамановских спектрах. На рисунках 3 и 4 представлены рамановские спектры исходного графена и малослойного графена (черная линия) и после облучения (красная линия) ионами азота при ускоряющем напряжении 300 В и 600 В соответственно.

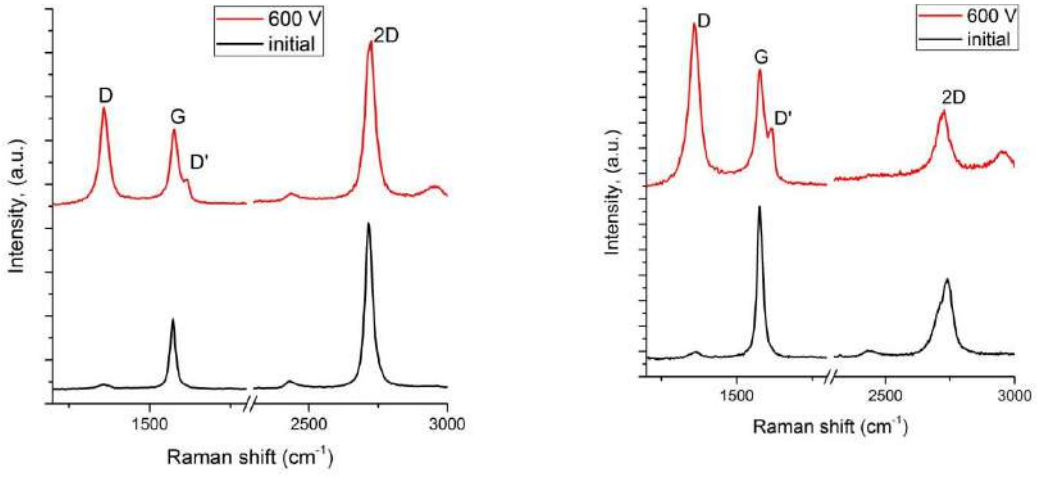


а) б)

Рис. 3. Рамановские спектры образцов на Si/SiO_2 до и после облучения с энергией ионов 300 эВ а) графен; б) малослойный графен

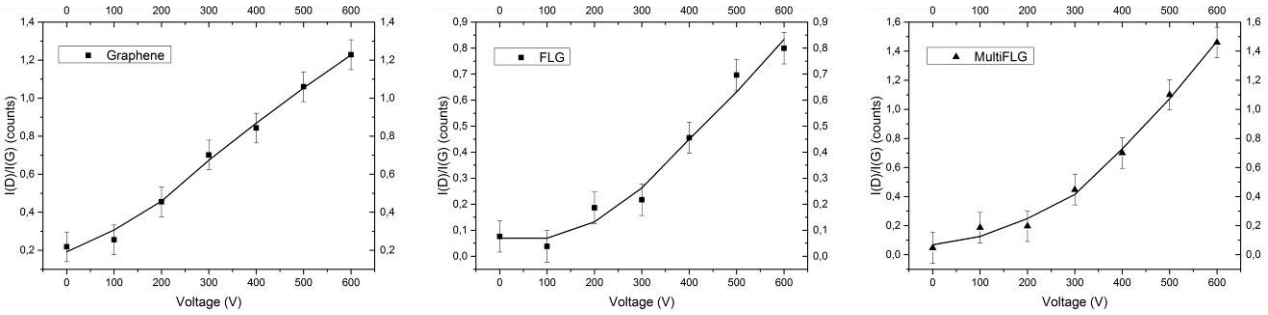
Рамановские спектры на рисунках 3 и 4 состоят из набора различных пиков. Пики G и D появляются в области 1580 и 1350 cm^{-1} соответственно, пик G соответствует фонону E_{2g} в центре зоны Бриллюэна графита [5]. Из рисунков 3 и 4 видно, что после обработки в плазме азота в рамановских спектрах отчетливо появляются пики D и D', которые свидетельствуют о дефектности в структуре графита. Такими дефектами могут быть дефекты определенного типа [6], в частности, вакансии и мостиковые дефекты. В данном случае также стоит отметить появление ступеньки D' рядом с пиком G. Этот результат можно интерпретировать, как признак возможного наличия различного рода мостиковых радиационных дефектов [7].

Следующий эксперимент по облучению был проведен на малослойном графене и графене при бомбардировании образцов ионами азота с энергией 600 эВ. На рисунке 4 показаны рамановские спектры исходного (нижний спектр) и облученного (верхний спектр) графена (а) и малослойного графена (б).



а) б)

Рис. 4. Рамановский спектр графена и малослойного графена на Si/SiO_2 до и после облучения с энергией ионов азота 600 эВ

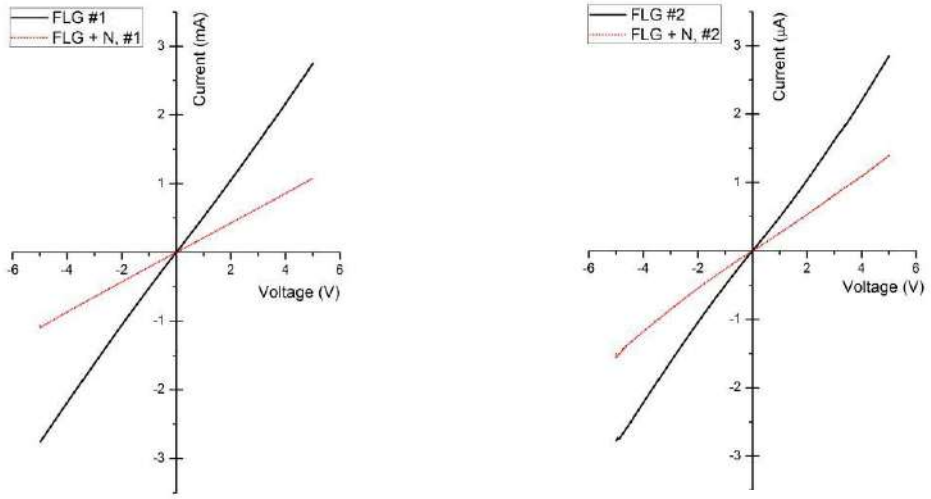


а) б) в)

Рис. 5. Зависимость отношения интенсивностей пиков D к G от подаваемого напряжения на катод

Как видно из рисунка 5, при радиационной модификации в плазме азота изменение напряжения на электроде приводит к росту значения отношения интенсивностей пиков D и G (I(D)/I(G)). Увеличение I(D)/I(G) свидетельствует о росте количества дефектов в структуре графеновых образцов. Как видно из графиков, в случае однослойного графена данная зависимость линейна, при увеличении количества слоёв графена происходит отклонение от линейной зависимости.

На рисунке 6 представлены вольт амперные характеристики исходного малослойного графена и после плазменной обработки в азоте. Как видно из рисунка после плазменной обработки наблюдается закономерное изменение ВАХ – электрическое сопротивление графенового образца растет. Путем изменения параметров плазменной обработки графенового образца атомами азота можно управлять электрическими параметрами. Заметим что из-за резистивного нагрева образца во время измерения ВАХ наблюдалось отклонение от линейной зависимости и появления гистерезиса на ВАХ при повышении напряжения подаваемого на образец выше 5 В.



а) б)

Рис. 6. Изменение ВАХ при допировании малослойного графена атомами азота
а) напряжение на катоде 300В б) напряжение на катоде 600В

Заключение

Отработана методика плазменной обработки образцов малослойного графена в атмосфере азота. Показано, что с ростом энергии ионов азота, ускоренных постоянным электрическим полем и с увеличением времени обработки происходит увеличение концентрации радиационных дефектов различного характера (точечные и/или мостиковые дефекты). Одновременно наблюдается рост электрического сопротивления малослойного графена, которое регистрировалось измерением ВАХ образцов до

и после облучения. Применение данной методики позволит контролируемо изменять электрические свойства данных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Novoselov K.S. et al. Two-dimensional atomic crystals // Proc. Nat. Acad. Sci. – 2005. -№102. – P. 10451-10453.

[2] Berger C. et al. Ultrathin Epitaxial Graphite: 2D Electron Gas Properties and a Route toward Graphene-based Nanoelectronics // J. Phys. Chem. B. – 2004. -№108. – P. 19912-19916.

[3] Scardamaglia M.,Aleman B., Amati M., et al. Nitrogen implantation of suspended grapheme flakes: Annealing effects and selectivity of sp2 nitrogen species// Carbon – 2014. - Vol.73. – P. 371-381

[4] Хомич В.А., Рябцев А.В., и др. Моделирование процессов образования атомарного азота в плазме тлеющего разряда в смеси азот-аргон// Письма в ЖТФ – 2010. –том 36.- вып. 19. стр. 91-99

[5] Malard L.M., Pimenta M.A., Dresselhaus G., Dresselhaus M.S. Raman spectroscopy in graphene// Physics Reports.- 2009.-Vol.473.-P.51-87

[6] Ilyin A.M., Guseinov N.R, Nemkaeva R.R., Tsyganov I.A., Asanova S.B., Kudryashov V.V. Bridge-Like Radiation Defects in Few-Layer Graphene //Nuclear Instruments &Methods Phys.Res.B. –2013. – Vol. 315. – P. 192-196.

[7] Ilyin A.M., Computer Simulation of Radiation Defects in Graphene and Relative Structures // «Graphene Simulation». – 2011. – P. 39-52.

Кудряшов В.В., Ильин А.М.

Дербессіз газдық разрядтағы көміртекті нанокұрылымның радиациалық түрленуін анықтау

Түйіндеме. Берілген жұмыста тәуелді газ разрядында азот иондарымен имплантациясы арқылы модификацияланған аз қабатты графеннің раман спектрлерінің және оның негізіндегі құрылымдардың вольт-амперлік сипаттамаларының нәтижелері келтірілген. Аз қабатты графен синтезделген үлгілерінің құрылымдық өзгерістер мен электрондық қасиеттердің сипаты азот иондарының энергиясы және үлгінің қалыңдығына туелді екені көрсетілді.

Негізгі сөздер: графен, FLG (аз қабатты графен), радиациондық модификация, раман спектроскопия, CVD (chemical vapor deposition) газфазалық әдіс арқылы алудың химиялық процесі

Kudryashov V.V., Ilyin A.M.

Study of radiation modification of carbon nanostructures in sustained gas discharge

Summary. The work performs the production peculiarities of few-layered graphene modified by implanted nitrogen ions in sustained gas discharge as well as study results of Raman spectra and current-voltage curves of structures based on it. It was shown, that behavior of structural changes and electronic properties of synthesized samples of few-layered graphene depends on energy of nitrogen ions and the sample thickness.

Key words: graphene, FLG (few-layered graphene), radiation modification, Raman spectroscopy, CVD (chemical vapor deposition).

Ұ.Ғ. Хамит, Ж.М. Ташенова
(Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы)

ИНТЕРНЕТТЕГІ АҚПАРАТТЫ ҚОРҒАУҒА БАҒЫТТАЛҒАН OPENVPN БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ӨНІМІНІҢ ОРЫНДАЛУ ПРИНЦИПІ

Аннотация: Жұмыстың орындалу барысында OSI моделінің түрлі деңгейлерінде ақпаратты қорғауға талдау жасалды және сертификацияланған шешімдер ұсынылды. Атап айтқанда, Интернетте жабық желіні ұйымдастыру үшін OpenVPN өнімінің жұмыс істеу принципі зерттелді. Нәтижесінде осы типті желіге қосылу барысында, желілік клиент цифрлық сертификат бойынша қатаң криптографиялық аутентификациядан өтеді. Бұл өз кезегінде желіде рұқсатсыз қол жеткізуден қорғайды және желілік трафикті шифрлайды.

Кілттік сөздер: сервер, клиент, аутентификация,криптография, желілік протокол, TCP/IP пакеттері, VPN-шлюз

Бизнес-процесстерді автоматтандыруға IT-шешімдерін енгізген кез –келген мекеме, интернет айналымында жіберілетін құпия ақпараттың қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселесіне ертелі кеш тап болады. Интернет арқылы алмасудың негізгі жағдайлары:

- мекеме web-порталына қызметкердің қатынас құруы
- мекеменің терминалды серверіне қызметкердің қатынас құруы

- электрондық пошта
- мекемелер арасындағы файлдармен алмасу, сонымен бірге трансшекаралық алмасулар
- мекеме филиалдарының ішкі желілері ортақ бір желіге бірігуі.
- ортақ жобаны жүргізуде бірнеше мекемелердің корпоративті желі бөліктерінің ортақ желіге бірігуі.

Ақпаратты тасымалдау каналы болатын интернеттің негізгі мәселесі бұл“man in the middle” шабуылы. Қаскөй клиент пен сервер арасындағы желіге қосылады және жіберілуші ақпаратты өзгертеді. Осы шабуылдың бірнеше түрі болады. Мысалы, қаскөй сервер секілді әрекет етіп, клиентті шатастыруы мүмкін. Осы шабуылды интернет-провайдер оңай іске асыра алатының атап өткен жөн. Қауіпсіз алмасуды қамтамасыз ету мақсатында түрлі қорғау протоколдары мен бағдарламалық өнімдер ойлап табылған. Барлық протоколдарда криптография әдістері қолданылады. Криптография келесілерді орындауға мүмкіндік береді:

- серверді қатал аутентификациядан өткізу
- клиентті қатал аутентификациядан өткізу
- клиент пен сервер алмасатын деректердің шифрлануын қамтамасыз ету.

Бұл әдістер "man in the middle" шабуылына сәтті қарсы тұруға мүмкіндік береді [1].

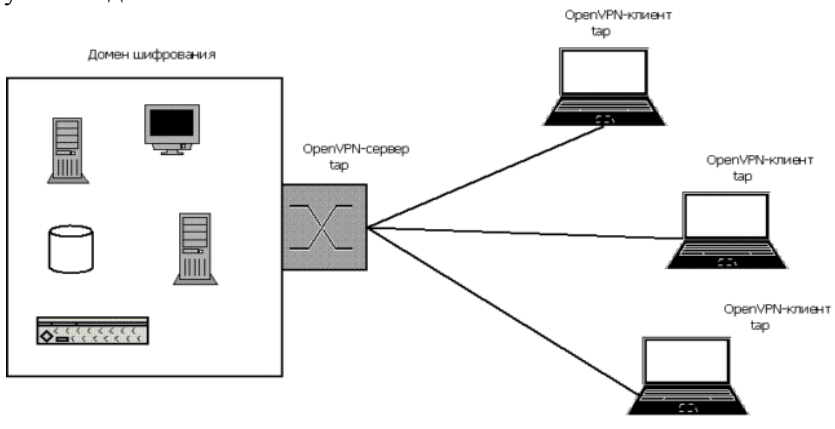
OSI моделінің кез келген деңгейінде ақпаратты қорғау нені білдіреді? Қолданбалы деңгейдің мәліметтері (мысалы HTTP) транспорттық деңгей пакетінің ішінде орналасады (мысалы TCP), ал ол желілік деңгей пакетінің құрамында болады (мысалы IP), бұл каналдық деңгей кадрының ішінде болады (мысалы, Ethernet кадры).Желілік деңгейде ақпаратты қорғауда IP пакетінің мазмұны шифрланалы, яғни TCP пакеті. Желілік деңгейдегі қорғаудың басқа түрінде IP пакеті толықтай шифрланады және инкапсуляцияланады. Бұндай қосымша инкапсуляция желі топологиясын жасырады.

Каналдық деңгейде қорғауды қамтамасыз ететін бағдарламалық өнімдердің бірі OpenVPN (**www.openvpn.net**) болады. Бұл өнім Интернетте жасырын (жабық) желіні ұйымдастырады. Аталған желіге қосылу үшін клиент цифрлық сертификат бойынша қатал криптографиялық аутентификациядан өтеді, бұл желі ресурстарына заңсыз қол жеткізуден қорғайды. Оған қоса, желі арқылы жұмыс жасауда желілік трафик шифрланады. OpenVPN «көпір» мен «маршрутизатор» жұмыс режимін қолдайды. «Көпір» режимінде Ethernet кадрларының шифрлануы мен инкапсуляциясы жүргізіледі. Шифрлау қатынас құрудан қорғаса, ал инкапсуляция қаскөйге жіберілуші ақпараттың адресатын анықтауға мүмкіндік бермейді [2].

«Көпір» режимінде OpenVPN арқылы шешуге болатын мәселелерді қарастырайық.

Сырттағы қызметкердің корпоративті LAN-ға қосылуы (VPN-шлюз).

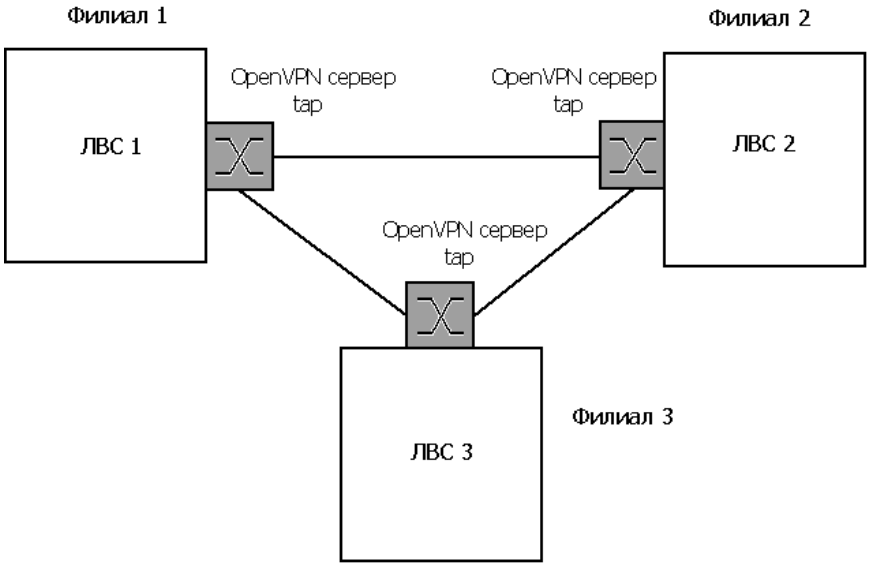
Бұл мәселені шешуде OpenVPN серверлік бөлігін мекеменің LAN қосымша шлюзі ретінде қолданады. VPN-шлюз арқылы қол жеткізілетін LAN сегментін шифрлау домені деп атайды. Шифрлау доменіне жататын жұмыс орындары мен серверлер VPN-ге қосылмайды. OpenVPN серверіне қосылуда, клиент шифрлау доменіндегі барлық машиналарға айқын қатынас құруға иеленеді. Шифрлау доменінің машиналары клиент машинасына осындай қатынас құруға иеленуін OpenVPN сервері баптауынан орнатуға болады.



1-сурет. OpenVPN серверлік бөлігін мекеменің LAN қосымша шлюзі ретінде қолдану.

Мекеме филиалдарының LAN желілерін бір жүйеге біріктіру.

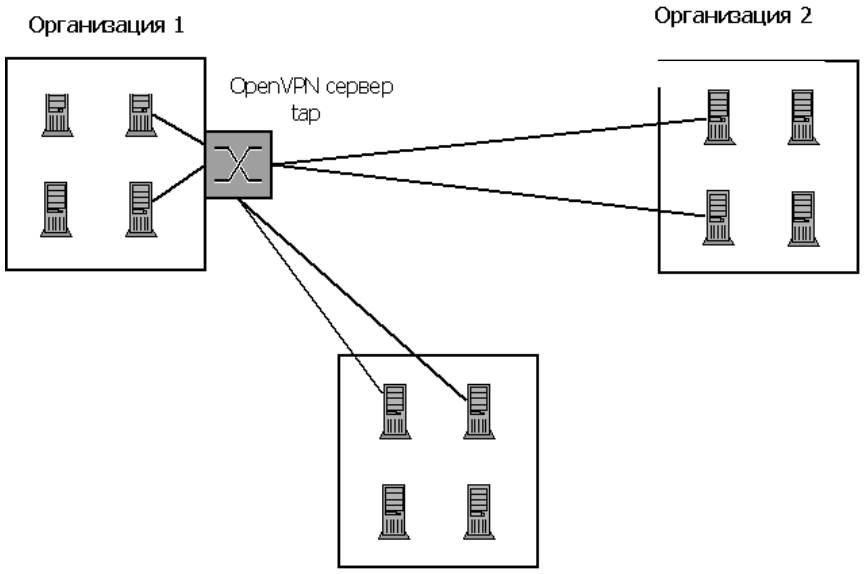
OpenVPN арқылы шешуге болатын келесі мәселе бұл интернет арқылы мекеме филиалдарының LAN желілерін бір жүйеге біріктіру болады. Бұл кезде OpenVPN серверлері өз LAN желісіне қосымша шлюз ретінде болып, өзара бірігеді [3].



2-сурет. OpenVPN арқылыLAN желілерін бір жүйеге біріктіру.

Ортақ жобаны жүргізуде бірнеше мекемелердің LAN сегменттері бір желіге бірігуі (корпоративаралық портал)

Корпоративаралық портал құрудағы негізгі мәселе – мекеме желісінің екі сегментке логикалық бөлінуі, оның бірі мекеме ресурстары өзге әріптестерге ашық болады, екіншісінде жабық болады. Бұл мәселені шешуде мекемелердің бірі сыртқы мекен –жай бойынша OpenVPN серверін іске асырады. Осы порталдағы барлық жұмыс орындары мен серверлерге OpenVPN клиенті орнатылады, және барлығы серверге қосылды.



3-сурет. LAN сегменттері бір желіге бірігуі (корпоративаралық портал).

Сенім деңгейі төмен болатын сыртқы пайдаланушылардың LAN –ға қосылуы.

Бұл мәселе шешімін «сыртқы» пайдаланушылар (мысалға, тапсырыс берушілер немесе клиенттер) қосылатын желі қажет етеді. Оларға деген сенім деңгейі мекеме қызметкерлерімен салыстырғанда төмен болады, сондықтан маңызды,құпия ақпаратқа қатынас құруды алдын алатын немесе шектейтін арнайы қорғау «шекаралары» қажет болады.

Бір физикалық желіде бірнеше логикалық желілерді құру.

Бұл мәселе шешімі мекеменің ішкі департаменттер арасында трафикті бөлу жағдайында қажетті. VPN тораптар арасында құрылады, ал олар әдетте желінің бір сегментінде орналасады, мысалы жұмыс станциясы мен сервер арасында. Бұл түрі VLAN технологиясына ұқсас, бірақ трафикті бөлу орнына оның шифрлануы қолданылады [4,10].

Анонимді серфинг.

Серфинг деп пайдаланушының интернеттегі кез келген әрекеттерін түсінеміз. Және осы жағдайда интернет-провайдерге пайдаланушы қолданған web-сайттар, хаттар адресаттары мәлім болады. OpenVPN серверін интернетке қосымша «логикалық» шлюз ретінде қолданғанда серфинг анонимдігі қамтамасыз етіледі.

Сыртқы адресі болмайтын серверге қатынас құру (сыртқы адрестерді үнемдеу.)

«Маршрутизатор» тәртібіндегі OpenVPN желілік деңгейде ақпарат қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Сондай-ақ, цифрлық сертификат бойынша алмасатын қатысушылардың қатал аутентификациясы жүргізеді, бірақ шифрланатын және инкапсуляцияланатын Ethernet кадрлары емес, IP-пакеттер болады. Осылайша шешуге болатын мәселелер спектрі«көпір» тәртібіндегі OpenVPN арқылы шешілетін мәселерлерден айрық болмайды. «Маршрутизатор» тәртібі «көпір» тәртібінен қарағанда еселі болады, алайда өзіндік кемшіліктерге ие:

- IP–дан өзгеше желілік протоколдар
- кең таратылатын сұраныстар [5].

Отандық «Қазақтелеком» провайдері ҚР «Байланыс туралы» заңындағы жанашылдықтарға байланысты 2016 жылдың 1 қаңтарынан бастап барлық шифрланған TLS-трафикті тыңдайды. ҚР Даму мен Инвестиция Министірлігінің байланыс, ақпараттандыру және ақпарат Комитеті шығарған ұлттық қорғау сертификатымен өзге сайттардың сертификаттарын ауыстырады.

Сертификаттын ауысқанын мәлімдейтін ескертпелер пайдаланушыларды аландатпас үшін, «Қазақтелеком» акционерлік қоғамы iOS және Android базасы негізіндегі ұялы телефондар мен планшеттерге, Windows және MacOS базасы негізіндегі компьютерлер мен ноутбуктарға осы сертификатты орнату бойыншатолық нұсқаулық шығармақшы.

Заңға сәйкес Қазақстан Республикасы аймағында байланыс операторлары қауіпсіздік сертификаты арқылы шифрлауды қолдайтын протолдары бар трафикті өткізуге міндетті, тек криптографиялық қорғау құралдарымен шифрланған трафикті өткізбейді.Ұлттық қорғау сертификаты қазақстандық пайдаланушыларды интернет желісінде шетелдік ресурстарға шифрланған қатынас құратын протоколдарды қолданғанда қорғайды.Сертификат тек HTTPS-байланыстарына ғана емес, сонымен бірге өзгеде шифрланған TLS- байланыстарына да, яғни FTPS, IMAP және SMTP TLS ауыстырылады.

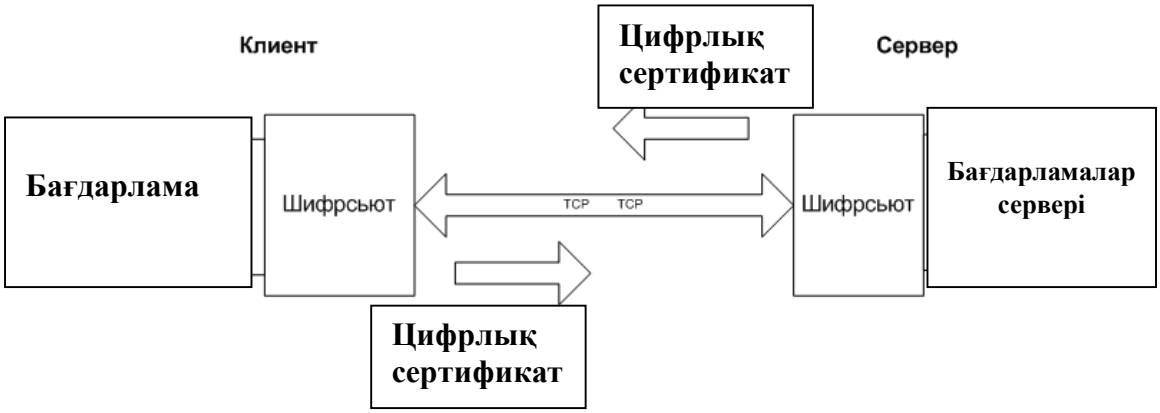
OpenVPN «криптографиялық ядро» ретінде OpenSSL библиотекасын қолданады. Ресей Федерациясының тәжірибесін қарасақ, Криптоком фирмасы Қауіпсіздік Қызмет Федерациясы сертификациялаған осы библиотеканың нұсқасын – «МагПро КриптоПакет» жасаған. Сондай-ақ, «OpenVPN-ГОСТ» коммерциялық өнімі ойлап табылды. Бұл өнім OpenVPN толық аналогы болады, бірақ барлық криптографиялық операциялар ГОСТ 28147, ГОСТ 34.11-94, ГОСТ 34.10-2001 алгоримдерімен орындалады.

Транспорттық байланыстар нақты желілік сервиске қосылуда қолданылады, мысалы web-сайтқа, терминалды серверге, пошталық серверге, дерекқор серверіне және т.б. байланыстың логикалық «аяқталулары» порт деп аталады.

Транспорттық деңгейдегі байланысты қорғау (TCP- байланыстары) SSL/TLS протоколдарымен іске асады. Транспорттық байланыс орнатылғаннан кейін, клиент сервермен «қол алысу» процедурасын жүргізеді. Осы процедура нәтижесінде цифрлық сертификат бойынша, сервер мен клиенттін аутентификациясы жүргізіледі, яғни қолданылатын шифрлау алгоритмдеріне – шифрсьюттерге байланысты екі жақтық келісім болады. Шифрсьюттер арнайы тәсілмен қорғалған байланыс портта-

рына «байланады». Осыған байланысты, осылайша бапталған транспорттық каналға келіп түсетін барлық мәліметтер жіберушімен шифрланып, адресатпен кері шифрланады.

Алмасуды орындайтын бағдарламалық қосымша, транспорттық байланыс қауіпсіздігі үшін SSL/TLS орындайтын криптографиялық библиотеканы қолдану керек [6,7].

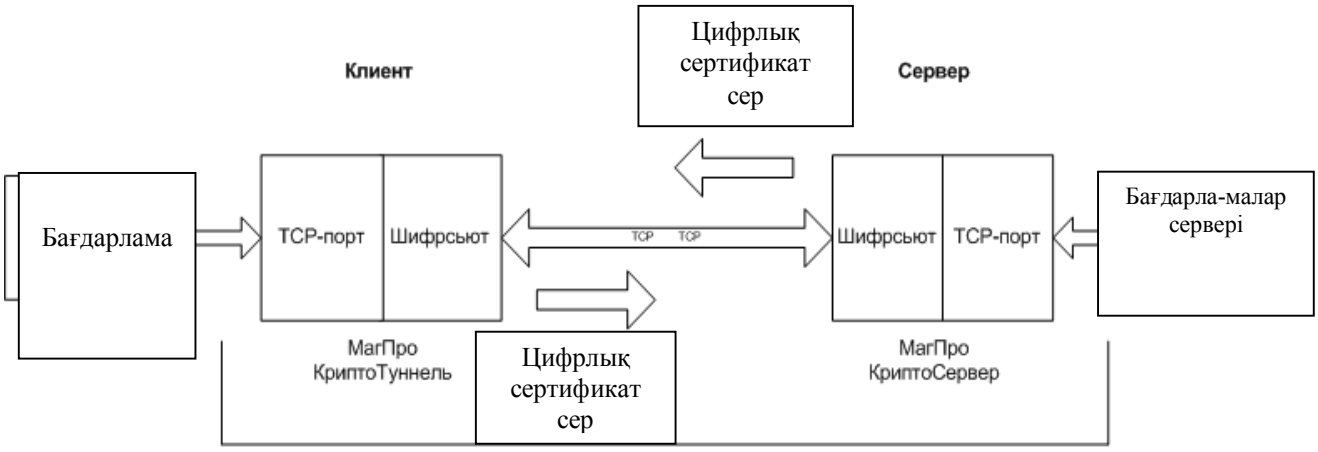


4-сурет. SSL/TLS орындайтын криптографиялық библиотеканы қолдануы.

Әдетте бағдарламалық қосымша қорғаусыз жазылған болуы мүмкін, немесе ол қолданатын шифрсьюттер қауіпсіздік талаптарын қанағаттандырмайды. Мысалы, барлық web-браузерлер мен web-серверлер қорғау үшін импортты алгоритмлер арқылы орындалған шифрсьюттерді қолданады.

Аталмыш мәселені шешу үшін канал қауіпсіздігін қамтамасыз етуші модульді қосымшадан бөліп алу керек. Бұндай сұлбаның ұтымды жағы – бағдарламалық қосымшаның өзін өзгерту қажеттігінің болмауы.

Дәл осындай сұлбаны «МагПро КриптоТуннель» (клиенттік бөлім) және «МагПро КриптоСервер» (серверлік бөлім) өнімдері арқылы іске асыруға болады [8].



5-сурет. «МагПро КриптоТуннель» (клиенттік бөлім) және «МагПро КриптоСервер» (серверлік бөлім) өнімдері арқылы іске асырылған сұлба.

Осы бағдарламалық өнімдерді қолдану арқылы кез келген қолданбалы протоколдар мен қосымшалардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді:

- web-сайтқа HTTP арқылы қатынас құру
- WebDAV бойынша файлдық алмасу
- RDP (RemoteDesktop) бойынша терминалды қатынас
- Электрондық пошта (SMTP, POP3, IMAP)

- SQL бойынша дерекқорға қатынас құру
- NFS бойынша ортақ папкалар
- TCP-байланысы бойынша еркін алмасу (порттардың динамикалық ашылуларынсыз) [9].

Одан бөлек, Криптоком фирмасының қолданбалы протокол типіне үлестірілген «қораптық» өнімдері бар. «МагПро КриптоПортал» HTTP-байланыстарын қорғауға, ал «МагПро Защита RDP» RDP протоколы бойынша терминалдық қатынасты қорғауға бағытталған. Аталған транспорттық деңгей қорғау құралдары «СКЗИ МагПро КриптоПакет» сертификацияланған баптаулары болады, сондықтан қауіпіздік талаптарына сәйкес келеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Кондрашин М. Проблемы корпоративной информационной безопасности// КомпьютерПресс. – 2006. - N 3. - С. 12-16

[2] Ю.Ю. Громов, В.О. Драчев, О.Г. Иванова. Информационная безопасность и защита информации: Учебное пособие // - Ст. Оскол: ТНТ. – 2010. –С.384

[3] Бессонов А. Организационно-правовое обеспечение информационной безопасности организации // Науч.-техн. информ. – 2008 .- N 9 .- С. 16-28

[4] Расторгуев С. Информационная война. Проблемы и модели.// Экзистенциальная математика издательство "Гелиос АРВ". – 2006.- С.240

[5] Симонов С. Технологии аудита информационной безопасности. // Конфидент. Защита информации.- 2002.- № 2.- С. 36-41.

[6] Березин А.С., Петренко С.А. Построение корпоративных защищенных виртуальных частных сетей//Конфидент: Защита информации.- 2001. - № 1.- С. 54-61.

[7] Северин В. А. Комплексная защита информации на предприятии. // Учебник. Городец.-2008.

[8] Петраков А., Мельников В., Клейменов С. Информационная безопасность и защита информации // Журнал "Academia" . - 2007.-№3.- С.336

[9] Шелупанов А.А., Шумский А.А. Системный анализ в защите информации//Журнал "Гелиос АРВ". - 2005.-С. 224

[10] Райх В.В., Тихонов В.А. Информационная безопасность. Концептуальные, правовые, организационные и технические аспекты //Журнал "Гелиос АРВ".-2006.-С. 528

Хамит Ұ.Ғ., Ташенова Ж.М.

The principle of the implementation OPENVPN software product to protect information on the Internet.

Summary. At this work was shown the simulation model of the OpenVPN software product to protect information in the different stages of the OSI model. The problems that can be solved by using OpenVPN in "bridge" mode. The solution to this problem is to use server-side OpenVPN as an additional gateway on the LAN of the organization. The second objective is to bring together the branches of the organization LAN in a network through the Internet. In this case, the OpenVPN server installed as additional gateway on the LAN.

The main objective in creating inter-corporate portal is a logical division of an organization's network into two segments, one of which provides a resource right partner organizations, and the other closed. To solve this problem, it was suggested that one of the organizations deploying an external address OpenVPN server.

Tags: server, client authentication, cryptography, network protocol, TCP / IP packets, VPN-gateway

УДК 577.112

А.С. Базарбек

(Евразийский Национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Республика Казахстан)

СТАТИСТИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ПРОТОННОЙ И УГЛЕРОД-ИОННОЙ ТЕРАПИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ GRAPHPAD

Аннотация. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), число раковых заболеваний ежегодно увеличивается на 2%, а его лечение представляет собой достаточно сложную задачу. На сегодняшний день разработаны уникальные технологии и методики лечения онкологических заболеваний. В этой статье рассмотрены две современные терапии – это протонная и углерод-ионная терапия. Также дано сравнение их терапевтических эффективностей с помощью специального статистического анализа.

Ключевые слова. Протонная и углерод-ионная терапия, пик Брэгга, программа GraphPad, сравнение, анализ.

Программа GraphPad

GraphPad был первоначально разработан для экспериментальных биологов в медицинских учебных заведениях и фармацевтических компаний, особенно в области фармакологии и физиологии. Теперь используется гораздо шире по всем видам биологов, а также социальных и физических ученых. Более 200 ученых в более чем 110 странах полагаются на программу для анализа, графиков и представления своих научных данные. Используя эту программу мы построим графики и будем сравнивать значения, чтобы выявить дополнительные отличия этих терапий. Для сравнения двух терапий воспользуемся анализатором “t-test”, это метод статистической проверки гипотез (статистических критериев), основанных на распределении Стьюдента. В этой статье обострим внимание на P-value - величина, применяемая при статистической проверке гипотез. Представляет собой вероятность того, что значение проверочной статистики используемого критерия (t-статистики Стьюдента), вычисленное по выборке, превысит установленное p-значение. В данном случае, если P-value больше установленного значения (*0,05*), значит сравниваемые облучения имеют различные характеристики. Тем самым подтвердим, что протонная и углерод-ионная терапии имеют разные терапевтические эффекты.

Протонная терапия

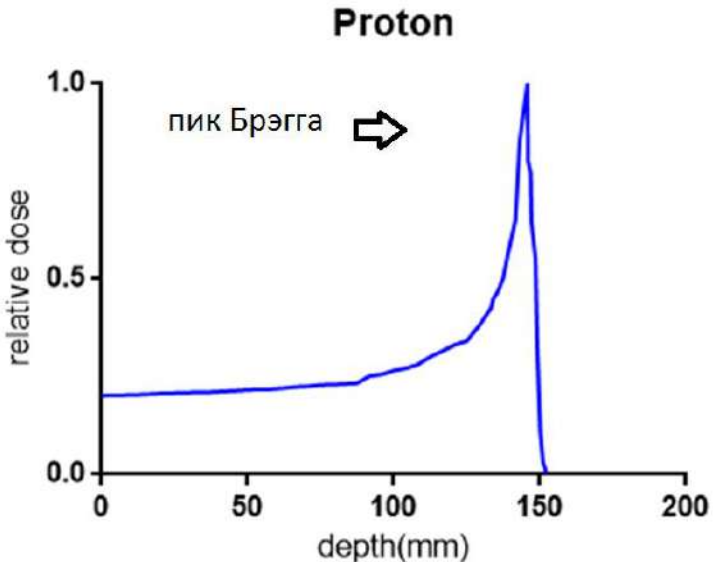


Рис.1. График зависимости относительной дозы от глубины с целью в 14 см протонного облучения.

Протонная терапия - это вид корпускулярной терапии, при которой в лечебных целях проводится облучение пораженного участка ткани протонами и благодаря сравнительно большой массе протоны испытывают лишь небольшое поперечное рассеяние в ткани, а разброс длины их пробега очень мал, пучок можно сфокусировать на опухоль, не внося неприемлемых повреждений в окружающие здоровые ткани. Более того, практически вся радиационная доза выделяется в ткани на последних миллиметрах пробега частиц и этот максимум называют Брегговским пиком (см.рис.1). Ткани, расположенные за Брегговским пиком, практически не получают ионизационной дозы. Протонная терапия используется при лечении на ранних стадиях рака, также применяется в лечении некоторых заболеваний, таких как: рак у детей, меланома глаза, опухоли головного мозга, рак в области головы и шеи, опухоли спинного мозга, рак легких, опухоли в области основания черепа, рак простаты, рак гипофиза, рак печени. С помощью программы GraphPad мы построили график зависимости относительной дозы от глубины с целью в 14 см протонного облучения (см.рис.1). На графике видно достаточно низкую начальную дозу, которая экспоненциально увеличивается по мере приближения к цели, максимум дозы приходится непосредственно к цели и быстрое рассеяние после поражения цели [1].

Углерод-ионная терапия (или тяжелая ионная терапия)

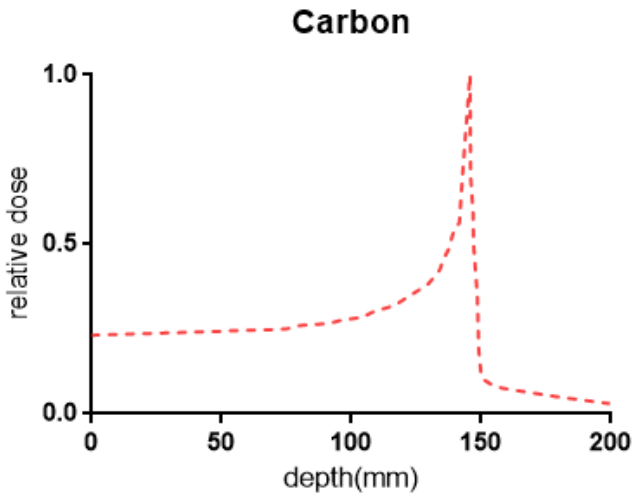


Рис.2. График зависимости относительной дозы от глубины с целью в 14 см углерод-ионного облучения

Углерод-ионная терапия (carbon) является достаточно новой терапией и отличается от протонной тем, что облучение проводится ионами углерода ($_{12}C$). Для получения лечебного эффекта ионы разгоняются до очень высоких скоростей, приближающихся к световой. Вследствие этого высокоинтенсивный пучок радиоактивных частиц почти никак не влияет на клетки, через которые лежит его путь к тканям опухоли. Энергию ионы начинают излучать уже при торможении, поэтому доктора настраивают аппаратуру таким образом, чтобы то место, где поток частиц остановится и где осуществится выброс максимального количества радиации, пришлось точно на патологический очаг. В частности, метод уже испытан для лучевой терапии больных, страдающих раком легкого и простаты. Как и в случае с протонным облучением, с помощью программы GraphPad мы построили график углерод-ионного облучения (см.рис.2) Также по графику видно достаточно низкую начальную дозу, которая экспоненциально увеличивается по мере приближения к цели, максимум дозы приходится непосредственно к цели и быстрое рассеяние после поражения цели. Но в отличие от протонного облучения, к концу пробега заметно медленное рассеяние частиц ионов углерода, доза которых не нанесут вреда здоровым тканям [4].

Сравнение

Как видно из предыдущих графиков (см.рис.1 и рис.2), общие признаки облучений схожи. Для того, чтобы выявить отличия сопоставим эти графики наложив друг на друга.

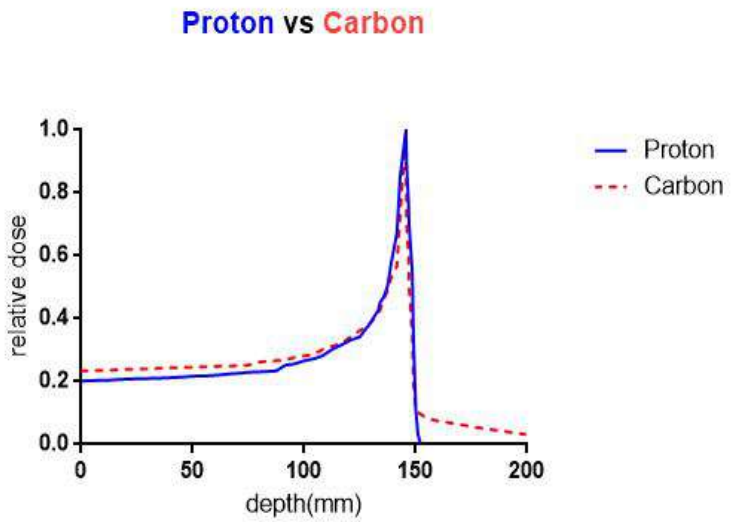


Рис.3. Совместили графики протонного (синий) и углерод-ионного облучения (красный).

Нам известно, что углерод-ионная терапия обладает рядом преимуществ в отличие от протонной:

1. воздействие на органы, находящиеся вблизи мишени: многократное рассеяние для ионов углерода в 4 раза меньше, чем для протонов.

2. доза облучения: отношение между эффективной дозой в конце пробега к дозе во входном канале для ионов углерода больше, чем для протонов.

3. биологический эффект: достигается при меньших общих дозах облучения, чем для протонов; подавляет все виды опухолей, включая радиорезистентные, обеспечивая минимальное поражение здоровых тканей.

4. уникальная возможность использовать для контроля метод позитронной томографии: часть пучка углерода превращается в нестабильные изотопы $_{11}C$ с выделением позитронов; аннигиляция с электронами рождает гамма-кванты, регистрация которых позволяет восстановить распределение остановившихся в мишени частиц [5].

Теперь рассмотрев наши графики, можно заметить (см.рис.3), что важным отличием является расхождение пиков Брэгга. К примеру, пик Брэгга углерод-ионного облучения «уже», по сравнению с протонным облучением. Тем самым можно подтвердить, что облучение углеродом больше сфокусирован на цели и меньше повреждает около-опухолевые ткани и здоровые клетки, давая пациенту больший шанс на ремиссию злокачественной опухоли и реабилитацию. Также это объясняет, почему облучение тяжелыми ионами показана в случаях, когда опухоль окружена критичными тканями и органами (глаз, зрительный нерв, кишечник, ствол мозга). Это доказывает, что терапевтический эффект углерод-ионного облучения лучше, чем у протонной. Небольшая разница лишь в начальных дозах облучений (см.рис.3) [2].

Теперь, используя анализатор t-test программы GraphPad сравним значения наших графиков. Ниже результаты.

Таблица 1. **Результаты t-test**

Column B	*Carbon*
vs.	*vs.*
Column A	*Proton*
P value	***0,5082***
P value summary	*ns*
One- or two-tailed P value?	*Two-tailed*
t, df	*t=0,6641 df=98*
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	*0,3335 ± 0,03143, n=48*
Mean ± SEM of column B	*0,3072 ± 0,02474, n=52*
Difference between means	*-0,02635 ± 0,03968*
95% confidence interval	*-0,1051 to 0,05239*
R squared	*0,00448*

Смотря на результаты анализатора (таблица 1), мы выяснили, что P value (*0,5082*) намного больше *0,05* – это еще раз подтверждает, что протонное и углерод-ионное облучения совершенно разные и имеют разные терапевтические характеристики. Во многих случаях опухоль локализована близ или внутри важных органов, поэтому важно знать, какое облучение подходит для того или иного случая.

Отсюда выводы:

1. Пик Брэгга «уже» у углерод-ионного облучения.

Это говорит о том, что ионы углерода меньше повреждают около-опухолевые здоровые клетки, тем самым эффективность его больше. Например, при раке бронхов II и III стадии при дозе на опухоль в 70 грей, облучение здоровой легочной ткани не должно превышать 19 грей [3].

2. P value больше *0,05* (таблица 1).

Это подтверждение тому, что эти облучения совершенно разные и имеют различные терапевтические эффекты.

В статье приведены данные, которые подтверждают различия между двумя терапиями. Основным важным отличием является то, что углерод-ионное облучение меньше повреждает околоопухолевые ткани, тем самым увеличивается вероятность быстрой реабилитации от терапии. Но в связи сложности создания ионных пучков и большей стоимости оборудования ионных центров по сравнению с протонными, количество центров углерод-ионной терапии намного меньше, чем протонных. На данный момент во всем мире имеется 28 центров протонной терапии в 13 странах и облучено более 60 тысяч человек. А центров углерод-ионной терапии всего 3 в 2 странах (Германия и Япония) и облучено более 5 тысяч человек. Во многих случаях эффективное лечение достигается совместным использованием протонных и ионных пучков, поэтому наиболее совершенный центр лучевой терапии должен обеспечивать облучение как ионами углерода, так и протонами [5].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Деланей Т., Коой Г. Протонная и лучевая терапия заряженных частиц. Липинкотт Уильям&Уилкинс: Филадельфия; 2008.

[2] УилкенсД, Оэлфке У. Прямое сравнение биологически оптимизированных пиков Брэгга для протонов и ионов углерода. 2008;70.

[3] Эндо К, Кейс И. Биологические характеристики углерод-ионной терапии. 2009;85.

[4] Шульц-Эртнер Д., Цуджи Г. Лучевая терапия использующая протоны и тяжелые ионы. Дж Клиникал Онкология 2007;25.

[5] Вебер У., Крафт Г. Сравнение углерод-ионного и протонного облучения. Рак Дж 2009;15:325-32.

Базарбек А.С.

Протондық және көміртек-иондық терапиялардың GraphPad бағдарламасымен статистикалық салыстырмасы.

Түйіндеме. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының мәліметтері бойынша жыл сайын ракпен ауырып қалғандарының саны 2 %-ға көбейіп жатыр, ал оның емі өте қиын болып табылады. Бүгінгі күнде онкологиялық ауруларды емдеу үшін арнайы технологиялар және әдістер табылды. Осы мақалада екі заманға сай терапиялар қарастырылған – бұл протондық және көміртек-иондық терапиялары. Және де арнайы статистикалық талдау көмегімен олардың терапевтикалық тиімділігі салыстырылған.

Түйін сөздер. Протондық және көміртек-иондық терапия, Брэгг шыңы, GraphPad бағдарламасы, салыстырма, талдау.

Bazarbek A.S.

Statistical comparison of the proton and carbon-ion therapy using the GraphPad program.

Summary. According to the World Health Organization the number of cancer patients is increasing annually by 2%, and its treatment is a difficult work. Medical centers have unique technologies and treatment methods of cancer today. There are considered two modern therapies, it is proton and carbon-ion therapies. There is given a comparison of therapeutic efficiencies using a special statistical analysis.

Key words. Proton and carbon-ion therapies, Bragg's peak, GraphPad program, comparison, analysis.

УДК 517.956.3

Э.А. Бакирова, Ж.М. Қадырбаева, К.П. Кенжебаева
(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті,
Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы
apelman86pm@mail.ru, bakirova1974@mail.ru, k_kamshat6@mail.ru)

ЖӘЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН СЫЗЫҚТЫ КӨПНҮКТЕЛІ ШЕТТІК ЕСЕПТІҢ БІРМӘНДІ ШЕШІЛІМДІЛІГІ

Түйіндеме. Жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есеп қарастырылады. Қарастырылып отырған есепті шешу үшін параметрлеу әдісі қолданылады. Жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есеп аралықты бөлу нүктелерінде қосымша параметрлер енгізу арқылы параметрлі пара-пар шеттік есепке келтіріледі. Пара-пар шеттік есеп параметрлі жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін Коши есебінен, шеттік және үзіліссіздік шарттарынан тұрады. Параметрлі жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін Коши есебінің шешімі дифференциалдық теңдеудің фундаменталдық матрицасының көмегімен түрғызылады. Тұрғызылған шешімнің шеттік және үзіліссіздік шарттарына кіретін сәйкес нүктелердегі мәндерін тауып және орнына қоя отырып, параметрлерге қарасты сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесі құрылады. Жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есептің бірмәнді шешілімділігінің нышаны параметрлерге қарасты сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесінің матрицасының терминінде тағайындалады. Мақала жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты төртнүктелі шеттік есептің шешімін табу мысалымен сипатталады.

Түйін сөздер: дифференциалдық теңдеу, шеттік есеп, параметрлеу әдісі, шешілімділік, фундаменталдық матрица.

Жәй дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептер қолданбалы салаларда жиі пайда болады және ғылым мен техниканың әр алуан есептерін шешуде кең түрде пайдаланылады. Тербелістер теориясындағы, импульстік жүйелер теориясындағы, вариациялық есептеулердегі, тиімді басқарудағы және басқа да қолданбалы есептердегі қолданыстарға байланысты шеттік есептер жәй дифференциадық теңдеулердің сапалық теориясының маңызды және белсенді дамып келе жатқан салаларының бірі болып табылады. Тиімді басқаруды табу есебін екі нүктелі шеттік есептерді шешуге алып келген Понтрягиннің максимум қағидасының жасалуы жәй дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептер теориясына деген қызығушылықты едәуір арттырды. Қазіргі уақытта шеттік есептердің мейлінше толық игерілген саласы екі нүктелі шеттік есептер теориясы болып табылады.

Өткен ғасырдың 80-ші жылдары Д.С. Жұмабаевтің [1, 2] еңбектерінде жәй дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептерді зерттеу мен шешуге арналған параметрлеу әдісі ұсынылған болатын. Параметрлеу әдісінің мәні – дифференциалдық теңдеу қарастырылатын аралық белгілі бір $h>0$ қадаммен бөліктерге бөлінеді және бастапқы есеп параметрі бар пара-пар есепке келтіріледі. Параметрі бар есептің шешімі параметр мен белгісіз функцияның жұптарының жүйелерінің тізбегінің шегі ретінде анықталады. Параметр шеттік шарттар мен дифференциалдық теңдеулер жүйесі матрицалары арқылы құрастырылатын сызықты теңдеулер жүйесінен табылатын болса, ал белгісіз функциялар ұзындығы $h>0$ болатын аралықтардағы параметрдің табылған мәндеріндегі Коши есебінің шешімі ретінде табылады. Параметрді енгізу параметрлеу әдісінің алгоритмдерінің жинақтылығы шарттарын қарастырып отырған есептің бастапқы берілгендер терминінде тағайындауға мүмкіндік берді, оған қоса бұл шарттар зерттелініп отырған есептің шешімінің бар болуы мен жалғыздығын қамтамасыз етеді. Параметрлеу әдісі жәй дифференциалдық теңдеулер

жүйесі үшін шеттік есептің шешілімділігі шарттарын бастапқы берілімдер терминінде алуға және оның шешімін табу алгоритмдерін құруға мүмкіндік берді.

Қазіргі таңда табиғат пен қоршаған ортада болып жатқан көптеген құбылыстардың математикалық моделі ретінде жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көпнүктелі шеттік есептер қарастырылып, арнайы зерттеуді қажет етеді. Көпнүктелі шеттік есептерді шешу барысында Грин функциясын тұрғызуға және де шеттік шарттардағы нүктелердің орналасуына байланысты көптеген қиындықтар туындайды.

Осыған байланысты параметрлеу әдісі жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көпнүктелі шеттік есептерге дамытылған [3] болатын. А.Е. Иманчиевтің [4, 5] еңбектері жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көпнүктелі шеттік есептің шешімдерін табу алгоритмдерін құруға және шешілімділігінің коэффициенттік шарттарын алуға арналған. Жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есептің бірмәнді шешілімділігінің және сызықты емес көпнүктелі шеттік есептің шешілімділігінің қажетті және жеткілікті шарттары бастапқы берілімдер терминінде тағайындалған, сонымен бірге шешімдерді табу алгоритмдері ұсынылған.

Жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есеп $[0,T]$ кесіндісінде қарастырылады:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + f(t), \quad t \in [0,T], \quad x \in R^n, \tag{1}$$

$$\sum_{j=0}^{N} C_j x(t_j) = d, \quad d \in R^n, \tag{2}$$

мұндағы $(n \times n)$ өлшемді $A(t)$ матрицасы және n-өлшемді $f(t)$ вектор-функциясы $[0,T]$ аралығында үзіліссіз, $C_j - (n \times n)$ өлшемді тұрақты матрицалар, $j = \overline{0,N}$, $0 = t_0 < t_1 < t_2 < \ldots < t_{N-1} < t_N = T$, $d - n$-өлшемді тұрақты вектор, $\|x\| = \max\limits_{i=1,n} |x_i|$, $\|A(t)\| = \max\limits_{i=1,n} \sum\limits_{j=1}^{n} |a_{ij}(t)| \le \alpha$, $\alpha - const$.

Ұсынылып отырған жұмыста көпнүктелі шеттік есептің шешімін табуға параметрлеу әдісі мен бірге фундаменталдық матрица пайдаланылады. (1), (2) есебінің шешілімділік шарттары $A(t)$ матрицасы мен C_j, $j = \overline{0,N}$, матрицалары және $\frac{dx}{dt} = A(t)x$ біртекті дифференцалдық теңдеудің фундаменталдық матрицасы арқылы құрылған матрица терминінде тағайындалады. Шешілімділік шарттарын тексеру үшін мысал ретінде өлшемі екіге тең дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін төртнүктелі шеттік есеп қарастырылады.

$C([0,T], R^n)$ арқылы $[0,T]$ аралығында үзіліссіз $x : [0,T] \to R^n$ функцияларының кеңістігін белгілейміз, онда норма $\|x\|_1 = \max\limits_{t \in [0,T]} \|x(t)\|$ түрінде анықталады.

(1), (2) есебінің шешімі деп $[0,T]$ аралығында үзіліссіз дифференциалданатын (1) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесін қанағаттандыратын және де $x^*(t_j)$, $j = \overline{1,m}$ үшін (2) теңдігі орынды болатын $x^*(t) \in C([0,T], R^n)$ вектор-функциясын айтамыз.

Анықтама 1. *Егер $[0,T]$ аралығында үзіліссіз кез келген $f(t)$ функциясы мен $d \in R^n$ тұрақты векторы үшін (1), (2) сызықты көпнүктелі шеттік есептің шешімі бар және жалғыз болатын болса, онда (1), (2) есебін бірмәнді шешілімді деп атаймыз.*

Параметрлеу әдісін (1), (2) есебіне қолданайық: $[0,T) = \bigcup\limits_{r=1}^{N} [t_{r-1}, t_r)$. (1), (2) есебінің шешімі болатын $x(t)$ функциясының $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1,N}$, аралығына сығылуын $x_r(t)$, $r = \overline{1,N}$, деп белгілейік, яғни $x_r(t) = x(t)$, $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1,N}$. Сонда (1), (2) есебі келесі пара-пар шеттік есепке келтіріледі:

$$\frac{dx_r}{dt} = A(t)x_r + f(t), \quad t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1,N}, \tag{3}$$

$$\sum_{j=0}^{N-1} C_j x_{j+1}(t_j) + C_N \lim_{t\to T-0} x_N(t) = d, \quad d \in R^n, \tag{4}$$

$$\lim_{t\to t_s-0} x_s(t) = x_{s+1}(t_s), \qquad s = \overline{1, N-1}, \tag{5}$$

мұндағы (5) – бөліктеудің ішкі нүктелеріндегі шешімнің үзіліссіздік шарттары.

$C([0,T], N, R^{nN})$ арқылы $x[t] = (x_1(t), x_2(t), ..., x_N(t))$ функциялар жүйесінің кеңістігін белгілейміз, мұнда $\|x[\cdot]\|_2 = \max\limits_{r=\overline{1,N}} \sup\limits_{t\in[t_{r-1},t_r)} \|x_r(t)\|$, $x_r : [t_{r-1}, t_r] \to R^n$, функциялары үзіліссіз және $\lim\limits_{t\to t_r-0} x_r(t)$, $r = \overline{1, N}$, ақырлы сол жақ шектері бар.

(3) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесін және (4), (5) шарттарын қанағаттандыратын $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, аралықтарында үзіліссіз дифференциалданатын $x[t] = (x_1(t), x_2(t), ..., x_N(t)) \in C([0,T], N, R^{nN})$ функциялар жүйесі (3)-(5) есебінің шешімі деп аталады.

Егер $x(t)$ функциясы (1), (2) есебінің шешімі болса, онда $x[t] = (x_1(t), x_2(t), ..., x_N(t))$ осы функцияның сығылуларының жүйесі (3)-(5) есебінің шешімі болады. Керісінше, егер $\tilde{x}[t] = (\tilde{x}_1(t), \tilde{x}_2(t), ..., \tilde{x}_N(t))$ функциялар жүйесі (3)-(5) есебінің шешімі болса, онда $\tilde{x}_r(t) = \tilde{x}(t)$, $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, $\tilde{x}(T) = \lim\limits_{t\to T-0} \tilde{x}_N(t)$ теңдіктерімен анықталатын $\tilde{x}(t)$ функциясы (1), (2) есебінің шешімі болады.

Ізделінді функцияның $t = t_{r-1}$, $r = \overline{1, N}$, нүктелеріндегі мәндерін $\lambda_r = x_r(t_{r-1})$, $r = \overline{1, N}$, деп белгілейік. (3)-(5) есебінде $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, аралықтарында $u_r(t) = x_r(t) - \lambda_r$, $r = \overline{1, N}$, алмастыруларын жасап, келесі пара-пар параметрлі есепке көшейік:

$$\frac{du_r}{dt} = A(t)[u_r(t) + \lambda_r] + f(t), \quad t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1, N}, \tag{6}$$

$$u_r(t_{r-1}) = 0, \quad r = \overline{1, N}, \tag{7}$$

$$\sum_{j=0}^{N-1} C_j \lambda_{j+1} + C_N \lambda_N + C_N \lim_{t\to T-0} u_N(t) = d, \quad d \in R^n, \tag{8}$$

$$\lambda_s + \lim_{t\to t_s-0} u_s(t) = \lambda_{s+1}, \qquad s = \overline{1, N-1}. \tag{9}$$

(6)-(9) есебінің шешімі элементтері $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_N) \in R^{nN}$, $u[t] = (u_1(t), u_2(t), ..., u_N(t)) \in C([0,T], N, R^{nN})$ болатын $(\lambda, u[t])$ жұптар жүйесі болып табылады, мұндағы $u_r(t)$, $r = \overline{1, N}$, функциялары $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, аралықтарында үзіліссіз дифференциалданады және $\lambda_r = \lambda_r^*$, $r = \overline{1, N}$ болғанда (6) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесін және (7)-(9) шарттарын қанағаттандырады.

(1), (2) және (6)-(9) есептері пара-пар болады. Егер $x(t)$ функциясы (1), (2) есебінің шешімі болса, онда $(\lambda, u[t])$ жұбы, мұнда $\lambda = (x_1(t_0), x_2(t_1), ..., x_N(t_{N-1}))$, $u[t] = (x_1(t) - x_1(t_0), x_2(t) - x_2(t_1), ..., x_N(t) - x_N(t_{N-1}))$, (6)-(9) есебінің шешімі болады. Керісінше, егер $(\tilde{\lambda}, \tilde{u}[t])$ жұбы, мұндағы $\tilde{\lambda} = (\tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2, ..., \tilde{\lambda}_N)$, $\tilde{u}[t] = (\tilde{u}_1(t), \tilde{u}_2(t), ..., \tilde{u}_N(t))$, (6)-(9) есебінің шешімі болса, онда $\tilde{x}(t) = \tilde{u}_r(t) + \tilde{\lambda}_r$, $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, $\tilde{x}(T) = \tilde{\lambda}_N + \lim\limits_{t\to T-0} \tilde{u}_N(t)$ теңдіктерімен анықталатын $\tilde{x}(t)$ функциясы (1), (2) есебінің шешімі болады.

Параметрлерді енгізу $u[t] = (u_1(t), u_2(t), ..., u_N(t))$ белгісіз функциялар жүйесінің компоненттері үшін $u_r(t_{r-1}) = 0$, $r = \overline{1, N}$, бастапқы шарттарын алуға мүмкіндік береді және

$(\widetilde{\lambda}_1, \widetilde{\lambda}_2, ..., \widetilde{\lambda}_N)$ параметрлерінің бекітілген мәндерінде (6), (7) есебі Коши есебі болып табылады. Коши есебі $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, аралықтарында жеке-жеке шешіледі және шешімді табу үшін фундаменталдық матрица пайдаланылады. $(n \times n)$- өлшемді $X(t)$ матрицасы фундаменталдық матрица болуы үшін $[0, T]$ аралығында $\dot{X}(t) = A(t)X(t)$, $t \in [0, T]$ теңдеуін қанағаттандыруы және барлық $t \in [0, T]$ үшін $\det X(t) \neq 0$ болуы қажет.

Бастапқы (7) шарттарын қанағаттандыратын (6) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімін параметрлердің бекітілген мәндерінде фундаменталдық матрица арқылы жазайық:

$$u_r(t) = X(t)\int_{t_{r-1}}^{t} X^{-1}(\tau)\{A(\tau)\lambda_r + f(\tau)\}d\tau, \quad t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1, N}. \tag{10}$$

Осы табылған мәндерді (8), (9) шарттарына қойып, төмендегі теңдеулер жүйесін аламыз:

$$\sum_{j=0}^{N-1} C_j \lambda_{j+1} + C_N \lambda_N + C_N X(T)\int_{t_{N-1}}^{T} X^{-1}(\tau)A(\tau)\lambda_N d\tau = d - C_N X(T)\int_{t_{N-1}}^{T} X^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau, \tag{11}$$

$$\lambda_s + X(t_s)\int_{t_{s-1}}^{t_s} X^{-1}(\tau)A(\tau)\lambda_s d\tau - \lambda_{s+1} = -X(t_s)\int_{t_{s-1}}^{t_s} X^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau. \tag{12}$$

(11), (12) теңдеулер жүйесін келесі түрде жазайық:

$$Q\lambda = -F, \tag{13}$$

мұндағы $(nN \times nN)$ өлшемді Q матрицасы (11), (12) теңдеулер жүйесінің сол жағымен анықталады, ал nN -өлшемді F векторы келесі түрде болады:

$$F = \left(-d + C_N X(T)\int_{t_{N-1}}^{T} X^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau,\ X(t_1)\int_{0}^{t_1} X^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau, ..., X(t_{N-1})\int_{t_{N-2}}^{t_{N-1}} X^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau \right)'.$$

Теорема. *(1)−(2) есебі бірмәнді шешілімді болуы үшін Q матрицасының кері матрицасы бар болуы қажетті және жеткілікті.*

Дәлелдеуі. *Жеткіліктілігін дәлелдеу.* Яғни, (1), (2) есебі бірмәнді шешілімді болуы үшін Q матрицасының кері матрицасы бар болуы жеткілікті екендігін дәлелдейміз. Q матрицасының Q^{-1} кері матрицасы бар болсын. $Q\lambda = -F$ теңдеулер жүйесінен Q матрицасына кері Q^{-1} матрицасын пайдаланып $\lambda^* = -Q^{-1}F$ параметрін табамыз. Мұндағы $\lambda^* = (\lambda_1^*, \lambda_2^*, ..., \lambda_N^*)$ параметрі nN -өлшемді вектор. Параметрдің табылған мәндерін (6) дифференциалдық теңдеудің оң жағына қойып, (6), (7) Коши есебін өз интервалдарында шешіп $u^*(t) = (u_1^*(t), u_2^*(t), ..., u_N^*(t))$ функциялар жүйесін табамыз. Онда $x^*(t) = \lambda_r^* + u_r^*(t)$, $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, $x^*(T) = \lambda_N^* + \lim\limits_{t \to T-0} u_N^*(t)$ теңдіктерімен анықталатын $x^*(t)$ функциясы (1), (2) есебінің шешімі болады. Енді шешімнің жалғыздығын көрсетейік. Табылған $x^*(t)$ шешімінен басқа (1), (2) есебінің қандай да бір $\widetilde{x}(t)$ шешімі болсын. Онда $(\widetilde{\lambda}_r, \widetilde{u}_r(t))$, $r = \overline{1, N}$ жұптар жүйесі, мұнда $\widetilde{\lambda}_r = \widetilde{x}(t_{r-1})$, $\widetilde{u}_r(t) = \widetilde{x}(t) - \widetilde{x}(t_{r-1})$, $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, (6) − (9) параметрі бар шеттік есептің шешімі болады. Бұнымен қоса $\widetilde{\lambda} = (\widetilde{\lambda}_1, \widetilde{\lambda}_2, ..., \widetilde{\lambda}_N) \in R^{nN}$ параметрі де $Q\lambda = -F$ теңдеулер жүйесін қанағаттандырады. Бұл теңдеулер жүйесін $\lambda^* = (\lambda_1^*, \lambda_2^*, ..., \lambda_N^*) \in R^{nN}$ параметрі де қанағаттандыратындықтан және Q матрицасының кері матрицасы бар болғандықтан $Q(\lambda^* - \widetilde{\lambda}) = 0$ теңдеулер жүйесінен $\lambda^* = \widetilde{\lambda}$ теңдігін аламыз. Коши есебі шешімінің жалғыздығынан $\widetilde{u}_r(t) = u_r^*(t)$, $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, теңдіктері орындалады. Одан барлық $t \in [0, T]$ аралығында $x^*(t) = \widetilde{x}(t)$ теңдігі шығады.

Қажеттілігін дәлелдеу. (1), (2) есебі бірмәнді шешілімді болсын. Қарсы жорып Q матрицасының кері матрицасы болмасын дейік. Онда $Q\lambda = 0$ біртекті теңдеулер жүйесінің $\tilde{\lambda} = \left(\tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2, ..., \tilde{\lambda}_N\right) \in R^{nN}$ нөлден өзгеше шешімі болады. Параметрдің осы мәндерінде

$$\frac{d\tilde{u}_r}{dt} = A(t)\tilde{u}_r(t) + A(t)\tilde{\lambda}_r$$
$$u_r(t_{r-1}) = 0, \quad r = \overline{1,N}.$$

Коши есебін шығара отырып, $\tilde{u}_r(t), \quad r = \overline{1,N}$, функцияларын табамыз. $t \in [t_{r-1}, t_r), \ r = \overline{1,N}$, аралықтарында $\tilde{x}(t)$ функциясын келесі теңдіктермен анықтайық: $\tilde{x}(t) = \tilde{\lambda}_r + \tilde{u}_r(t), \ t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1,N}$, $\tilde{x}(T) = \tilde{\lambda}_N + \lim\limits_{t \to T-0} \tilde{u}_N(t)$. Бұл $\tilde{x}(t)$ функциясы

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x, \ x \in R^n, \quad t \in [0, T],$$
$$\sum_{j=0}^{N} C_j x(t_j) = 0,$$

біртекті шеттік есептің нөлдік емес шешімі болады. Бұл (1), (2) есебінің бірмәнді шешілімді болуына қайшы, себебі біртекті есептің құрылған $\tilde{x}(t)$ шешімінен басқа $x(t) = 0$ шешімі бар. Ендеше жорамалымыз дұрыс емес, Q матрицасының кері матрицасы бар болады. Теорема дәлелденді.

Келтірілген теореманың шарттарын нақты есеп үшін қалай тексеруге болатынын көрсету мақсатында келесі мысалды қарастырайық.

$[0,1]$ кесіндісінде жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін төмендегідей төртнүктелі шеттік есеп берілсін:

$$\frac{dx}{dt} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} t-1 \\ -2t^2 - t \end{pmatrix}, \ t \in [0,1], \ x \in R^2, \tag{14}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} x(0) + \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} x(0.25) + \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} x(0.5) + \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} x(1) = \begin{pmatrix} \frac{35}{16} \\ \frac{-3}{4} \end{pmatrix}, \tag{15}$$

мұндағы $A(t) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$, $f(t) = \begin{pmatrix} t-1 \\ -2t^2 - t \end{pmatrix}$, $C_0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, $C_1 = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$, $C_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$, $C_3 = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$, $d = \begin{pmatrix} \frac{35}{16} \\ \frac{-3}{4} \end{pmatrix}$.

Қарастырып отырған есепте (14) теңдеудің дифференциалдық бөлігінің фундаменталдық матрицасы $X(t) = \begin{pmatrix} e^{2t} & e^{-t} \\ 2e^{2t} & -e^{-t} \end{pmatrix}$ түрде болады. (14), (15) есепке параметрлеу әдісін қолданайық. $\lambda_1 \hat{=} x(0)$, $\lambda_2 \hat{=} x(1/4)$, $\lambda_3 \hat{=} x(1/2)$ параметрлерін енгізіп, $u_1(s) = x(s) - \lambda_1$, $s \in [0, 1/4)$, $u_2(s) = x(s) - \lambda_2$, $s \in [1/4, 1/2)$, $u_3(s) = x(s) - \lambda_3$, $s \in [1/2, 1)$ алмастыруларын жасайық. Онда

$$u_1(t) = \begin{pmatrix} -\frac{1}{3}\left(3 - e^{2t} - 2e^{-t}\right) & \frac{1}{3}\left(e^{2t} - e^{-t}\right) \\ \frac{2}{3}\left(e^{2t} - e^{-t}\right) & -\frac{1}{3}\left(3 - 2e^{2t} - e^{-t}\right) \end{pmatrix} \lambda_1 + \begin{pmatrix} \frac{1}{3}\left(3t^2 - e^{2t} + e^{-t}\right) \\ \frac{1}{3}\left(3 + 3t - 2e^{2t} - e^{-t}\right) \end{pmatrix}, \quad t \in \left[0, \frac{1}{4}\right), \tag{16}$$

$$u_2(t)=\begin{pmatrix}\frac{1}{3}\left(e^{2t-\frac{1}{2}}+2e^{-t+\frac{1}{4}}-3\right) & -\frac{1}{3}\left(e^{-t+\frac{1}{4}}-e^{2t-\frac{1}{2}}\right)\\ -\frac{2}{3}\left(e^{-t+\frac{1}{4}}-e^{2t-\frac{1}{2}}\right) & \frac{1}{3}\left(2e^{2t-\frac{1}{2}}+e^{-t+\frac{1}{4}}-3\right)\end{pmatrix}\lambda_2+\begin{pmatrix}\frac{1}{16}\left(16t^2-7e^{2t-\frac{1}{2}}+6e^{-t+\frac{1}{4}}\right)\\ \frac{1}{8}\left(8+8t-7e^{2t-\frac{1}{2}}-3e^{-t+\frac{1}{4}}\right)\end{pmatrix},\quad t\in\left[\frac{1}{4},\frac{1}{2}\right],$$

$$(17)\ u_3(t)=\begin{pmatrix}\frac{1}{3}\left(e^{2t-1}+2e^{-t+\frac{1}{2}}-3\right) & -\frac{1}{3}\left(e^{-t+\frac{1}{2}}-e^{2t-1}\right)\\ -\frac{2}{3}\left(e^{-t+\frac{1}{2}}-e^{2t-1}\right) & \frac{1}{3}\left(2e^{2t-1}+e^{-t+\frac{1}{2}}-3\right)\end{pmatrix}\lambda_3+\begin{pmatrix}\frac{1}{12}\left(12t^2+4e^{-t+\frac{1}{2}}-7e^{2t-1}\right)\\ -\frac{1}{6}\left(7e^{2t-1}+2e^{-t+\frac{1}{2}}-6-6t\right)\end{pmatrix},\quad t\in\left[\frac{1}{2},1\right].$$

(18)

Шеттік шарт пен шешімнің $t=1/4$, $t=1/2$ болғандағы үзіліссіздік шарттары төмендегі параметрлерге тәуелді сызықты алгебралық теңдеулер жүйесіне келтіріледі:

$$\begin{pmatrix}1 & 0 & -1 & 0 & \frac{1}{3}\left(3+2e+4e^{-\frac{1}{2}}\right) & \frac{2}{3}\left(e-e^{-\frac{1}{4}}\right)\\ 0 & 1 & 0 & -1 & \frac{1}{3}\left(e-4e^{-\frac{1}{4}}\right) & -\frac{1}{3}\left(3-e-2e^{-\frac{1}{2}}\right)\\ \frac{1}{3}\left(e^{\frac{1}{2}}+2e^{-\frac{1}{4}}\right) & \frac{1}{3}\left(e^{\frac{1}{2}}-e^{-\frac{1}{4}}\right) & -1 & 0 & 0 & 0\\ \frac{2}{3}\left(e^{\frac{1}{2}}-e^{-\frac{1}{4}}\right) & \frac{1}{3}\left(2e^{\frac{1}{2}}+e^{-\frac{1}{4}}\right) & 0 & -1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & \frac{1}{3}\left(e^{\frac{1}{2}}+2e^{-\frac{1}{4}}\right) & \frac{1}{3}\left(e^{\frac{1}{2}}-e^{-\frac{1}{4}}\right) & -1 & 0\\ 0 & 0 & \frac{2}{3}\left(e^{\frac{1}{2}}-e^{-\frac{1}{4}}\right) & \frac{1}{3}\left(e^{\frac{1}{2}}+e^{-\frac{1}{4}}\right) & 0 & -1\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}\lambda_{11}\\ \lambda_{12}\\ \lambda_{21}\\ \lambda_{22}\\ \lambda_{31}\\ \lambda_{32}\end{pmatrix}==\begin{pmatrix}\frac{1}{48}\left(9+56e-32e^{-\frac{1}{2}}\right)\\ -\frac{1}{12}\left(21-7e-8e^{-\frac{1}{2}}\right)\\ -\frac{1}{48}\left(3-16e^{\frac{1}{2}}+16e^{-\frac{1}{4}}\right)\\ -\frac{1}{12}\left(15-8e^{\frac{1}{2}}-4e^{-\frac{1}{4}}\right)\\ -\frac{1}{16}\left(4-7e^{\frac{1}{2}}+6e^{-\frac{1}{4}}\right)\\ -\frac{1}{8}\left(12-7e^{\frac{1}{2}}-3e^{-\frac{1}{4}}\right)\end{pmatrix}$$

Осыдан $\lambda^*_{i,j}$, $i=\overline{1,3};\ j=1,2$, деп белгілеп, параметрлер мәнін табамыз:

$$\lambda^*_{11}=0,\ \lambda^*_{12}=1,\ \lambda^*_{21}=\frac{1}{16},\ \lambda^*_{22}=\frac{5}{4},\ \lambda^*_{31}=\frac{1}{4},\ \lambda^*_{32}=\frac{3}{2}.$$

Табылған $\lambda^*_{i,j}$, $i=\overline{1,3};\ j=1,2$, мәндерін (16)–(18) өрнектеріне қойып

$$u_1=\begin{pmatrix}t^2\\ t\end{pmatrix},\quad u_2=\begin{pmatrix}-\frac{1}{16}+t^2\\ t-\frac{1}{4}\end{pmatrix},\ u_3=\begin{pmatrix}-\frac{1}{4}+t^2\\ t-\frac{1}{2}\end{pmatrix}$$

аламыз. Сонда бастапқы берілген (14), (15) жәй дифференциалдық теңдеулер үшін көпнүктелі шеттік есебінің шешімін табамыз:

$$x_1(t)=t^2,\ \ x_2(t)=t+1.$$

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Джумабаев Д.С. Признаки однозначной разрешимости линейной краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения //Ж. вычисл. матем. и матем. физ. - 1989. - Т. 29. - №1. –С. 50-66.

[2] Джумабаев Д.С. Аппроксимация задачи нахождения ограниченного решения двухточечными краевыми задачами // Дифференц. Уравнения. -1987. -Т. 23. - № 12. – С. 2188-2189.

[3] Джумабаев Д.С., Иманчиев А.Е. Корректная разрешимость линейной многоточечной краевой задачи // Математический журнал. - 2005. - Т.5. - №1. - С. 30-38.

[4] Джумабаев Д.С., Иманчиев А.Е. Критерий существования изолированного решения многоточечной краевой задачи для системы обыкновенных дифференциальных уравнений // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. - 2010. -№ 3. - С.117-121.

[5] Иманчиев А.Е. Необходимые и достаточные условия однозначной разрешимости линейной многоточечной краевой задачи // Известия МОН РК, НАН РК. Серия физико-математическая. - 2002. -№ 3. - С.79-84.

Бакирова Э.А., Кадирбаева Ж.М., Кенжебаева К.П.

Однозначная разрешимость линейной многоточечной краевой задачи для систем обыкновенных дифференциальных уравнений

Аннотация. Рассматривается линейная многоточечная краевая задача для систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Для решения рассматриваемой задачи применяется метод параметризации. Линейная многоточечная краевая задача для систем обыкновенных дифференциальных уравнений путем введения дополнительных параметров в точках разбиения интервала сводится к эквивалентной краевой задаче с параметрами. Эквивалентная краевая задача с параметрами состоит из задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений с параметрами, краевого условия и условия непрерывности. Решение задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений с параметрами строится с помощью фундаментальной матрицы дифференциального уравнения. Подставляя значения в соответствующих точках построенного решения в краевое условие и условие непрерывности, составляется система линейных алгебраических уравнений относительно параметров. Установлен критерий однозначной разрешимости линейной многоточечной краевой задачи для систем обыкновенных дифференциальных уравнений в терминах матрицы системы линейных алгебраических уравнений относительно параметров. Статья иллюстрируется примером для нахождения решения линейной четырехточечной краевой задачи для систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, краевая задача, метод параметризации, разрешимость, фундаментальная матрица

Bakirova E.A., Kadirbayeva Zh.M., Kenzhebaeva K.P.

Unique solvability of linear multipoint boundary value problem for the system of ordinary differential equations

Summary. A linear multipoint boundary value problem for the system of ordinary differential equations is considered. The method of parameterization is used for solving the considering problem. The linear multipoint boundary value problem for the system of ordinary differential equations by introducing additional parameters at the partitioning points of interval is reduced to an equivalent boundary value problem with parameters. The equivalent boundary value problem with parameters consist of the Cauchy problem for the system of ordinary differential equations with parameters, boundary condition and condition of continuity. The solution of the Cauchy problem for the system of ordinary differential equations with parameters is constructed using the fundamental matrix of the differential equation. The system of a linear algebraic equations with respect to the parameters are composed by substituting the values of the corresponding points in the built solutions to the boundary condition and the condition of continuity. A criterion of the unique solvability of the linear multipoint boundary value problem for the system of ordinary differential equations in terms of the matrix of system of the linear algebraic equations with respect to the parameters. The article is illustrated by an example for finding the solution of the linear four-point boundary value problem for the system of ordinary differential equations.

Key words: differential equation, boundary value problem, parameterization method, solvability, fundamental matrix.

УДК 519.6

Н. М. Темирбеков, А. К. Тураров
(Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева
Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, *temirbekov@rambler.ru, t010183@gmail.com*)

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГАЗЛИФТНОГО ПРОЦЕССА

Аннотация. Рассматривается и проводится численное моделирование одномерной модели газлифтного процесса, где движение в газлифтной скважине описывается уравнениями в частных производных гиперболического типа. Разработаны разностные схемы для модели газлифтного процесса на неравномерной сетке сгущающихся в близи границ подобластей занятых газом, жидкостью и газожидкостной смесью.

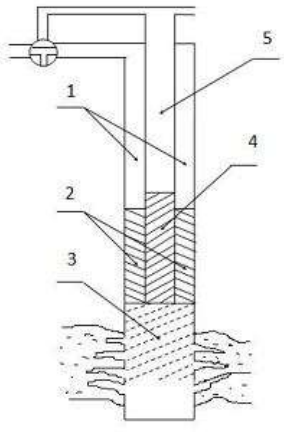
Разработана математическая модель газлифтной скважины. Расмотрена одномерная модель газлифтной скважины, в которой предполагается, что поток в кольцевой части и скважине двухфазный и изотермический. Система, описывающая изучаемый процесс, состоит из уравнений движения, неразрывности и уравнений термодинамического состояния, концентраций, гидравлического сопротивления. На границах разделов фаз ставятся условия согласования для давления, скорости и концентрации, которые позволяют получить формулу для определения плотности жидкой фазы в явном виде. Разработана конечно-разностная схема на адаптивной неравномерной сетке, сгущающаяся на границах газовой, жидкостной и газожидкостной фаз. При построении сетки используется кубическая сплайн-функция. Результаты предложенного алгоритма иллюстрируются на примере отдельно взятой нефтяной скважины.

Ключевые слова: контактный разрыв, границы разделов фаз, газожидкостная смесь, газлифт.

Применение динамических моделей газожидкостных потоков для описания добычи и транспортировки нефти началось сравнительно недавно. В них используются нестационарные уравнения баланса массы, импульса и энергии для жидкой и газообразной фаз. Основной сложностью является наличие разрывов в распределении плотности в скважине. Для этого на основании экспериментальных данных были подобраны непрерывные функции от газосодержания для скорости всплытия газа и параметра профиля потока.

Первые динамические модели газожидкостных потоков пришли в нефтегазовую отрасль именно из области тепловой и атомной энергетики. Работы [1-5] посвящены движению газожидкостных смесей в трубах, а [6-11] – моделям и программным пакетам для моделирования нестационарных потоков углеводородов OLGA, TACITE, TUFFP. В работах [10-18] изучается запуск газлифтной скважины и нестабильные режимы работы газлифтного подъемника. В [12-15] приведен обзор научных работ, посвященных известным методам исследования и оптимизации работы газлифтных скважин. В работе Барашкина Р.Л. [16] разработана динамическая математическая модель газлифтной скважины с учетом передвижения границ фаз, их образования, смены периода работы скважины и относительной скорости газа.

Во всех вышеперечисленных работах при численном решении используется равномерная сетка по пространственным переменным и в каждой подобласти задача решается отдельно, тогда как на границе раздела фаз имеются большие градиенты скорости, плотности и давления. Поэтому нами работе разработаны разностные схемы для модели газлифта во всех подобластях и на неравномерной сетке, которая сгущается в подобластях с большими градиентами, т.е. на границах раздела фаз. Разработанной разностной схемой и алгоритмом ее реализации проведены расчеты газлифтной скважины.



1 - газ в колце $\varphi = 1$; 2 - жидкость в кольце $\varphi = 0$;
3 - газожидкостная смесь в эксплуатационной колонне;
4 - жидкость в НКТ; 5 - газ в НКТ $\varphi = 1$

Рис. 1. Газлифтная скважина

Система дифференциальных уравнений в частных производных для математического моделирования газлифтной скважины

При разработке математической модели сделаны следующие допущения (рис.1): поток в скважине двухфазный, процесс движения изотермический, подача рабочего агента осуществляется через кольцо, добыча нефти – через насосно-компрессорную трубу (НКТ), силы сопротивления пористой среды и вязкости описываются в виде суммарного гидравлического сопротивления.

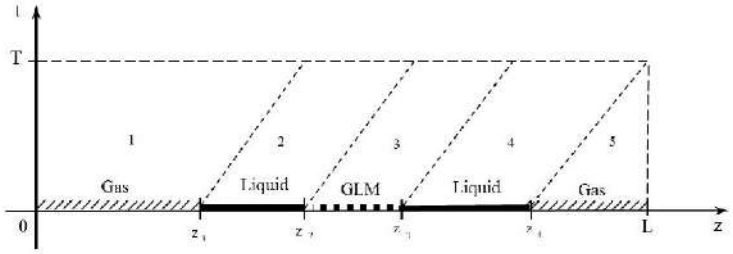


Рис. 2. Расчетная область газлифтной скважины

Рассмотрим системы уравнений, описывающих движение в газлифтных скважинах [16] (рис. 2).

$$\varphi\rho^{г}\frac{dv^{г}}{dt}+(1-\varphi)\rho^{ж}\frac{dv^{ж}}{dt}=$$
$$=-\frac{\partial p}{\partial z}-\frac{\lambda_c}{2\cdot d_T}(\varphi\rho^{г}v^{г}|v^{г}|+(1-\varphi)\rho^{ж}v^{ж}|v^{ж}|)+(\varphi\rho^{г}+(1-\varphi)\rho^{ж})gsin\theta. \quad (1)$$

$$\frac{\partial\varphi\rho^{г}}{\partial t}+\frac{\partial\varphi\rho^{г}v^{г}}{\partial z}=0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial(1-\varphi)\rho^{ж}}{\partial t}+\frac{\partial(1-\varphi)\rho^{ж}v^{ж}}{\partial z}=0. \quad (3)$$

$$\begin{cases}\text{для газа:} & p=\rho^{г}RT/M,\\ \text{для жидкости:} & p=p_0+\frac{1}{\beta}\left(\frac{\rho^{ж}}{\rho_0^{ж}}-1\right).\end{cases} \quad (4)$$

$$\varphi(z,t)=(z,t)=\begin{cases}b, & 0\le z\le z_1-\varepsilon,\\ \frac{b+a}{2}-\frac{b-a}{2}th\,R_\varphi(z-z_1), & z_1-\varepsilon\le z\le z_1+\varepsilon,\\ a, & z_1+\varepsilon\le z\le z_2-\varepsilon,\\ \frac{b_1+a}{2}+\frac{b_1-a}{2}th\,R_\varphi(z-z_2), & z_2-\varepsilon\le z\le z_2+\varepsilon,\\ b_2, & z_2+\varepsilon\le z\le z_3-\varepsilon,\\ \frac{b_2+a}{2}-\frac{b_2-a}{2}th\,R_\varphi(z-z_3), & |z-z_3|\le\varepsilon,\\ a, & z_3+\varepsilon\le z\le z_4-\varepsilon,\\ \frac{b+a}{2}+\frac{b-a}{2}th\,R_\varphi(z-z_4), & |z-z_4|\le\varepsilon,\\ b, & z_4+\varepsilon\le z\le L,\end{cases} \quad (5)$$

где $b=1,\ a=0,\ b_1=\frac{0.83v^{г}-v^{ж}}{v^{г}-v^{ж}}$, $th\,z$- гиперболический тангенс; ε-малый параметр, $z_k=z_k(t)$- функции времени, границы разделов фаз.

Уравнение для коэффициента гидравлических сопротивлений

$$\lambda_c=\lambda_c(p,\rho^{г},\rho^{ж},v^{г},v^{ж},\varphi,\mu), \quad (6)$$

Здесь используются обозначения из [16].

Уравнение (1) с учетом(2), (3) можно записать и в дивергентном виде

$$\frac{\partial}{\partial t}(\varphi\rho^{г}v^{г}+(1-\varphi)\rho^{ж}v^{ж})+\frac{\partial}{\partial z}(\varphi\rho^{г}(v^{г})^2+(1-\varphi)\rho^{ж}(v^{ж})^2)=$$
$$=-\frac{\partial p}{\partial z}-\frac{\lambda_c}{2\cdot d_T}(\varphi\rho^{г}v^{г}|v^{г}|+(1-\varphi)\rho^{ж}v^{ж}|v^{ж}|)+(\varphi\rho^{г}+(1-\varphi)\rho^{ж})gsin\theta. \quad (7)$$

Коэффициент динамической вязкости для ГЖС определяется следующим образом

$$\mu=\varphi\mu^{г}+(1-\varphi)\mu^{ж}. \quad (8)$$

Расходное газосодержание α определяется так

$$\alpha=\frac{Q^{г}}{Q^{г}+Q^{ж}}, \quad (9)$$

где $Q^{г}$, $Q^{ж}$ - расходы газа и жидкости.

Обозначим через $F^{г}$, $F^{ж}$ - площади в сечении трубы занятые газом и жидкостью. Расходы газа и жидкости через скорости выражаются формулой

$$Q^{г}=v^{г}F^{г},\quad Q^{ж}=v^{ж}F^{ж} \quad (10)$$

Подставляя (10) в (9) и разделив числитель и знаменатель на F, и учитывая что $\varphi=\frac{F^{г}}{F}$, $1-\varphi=\frac{F^{ж}}{F}$ получим

$$\alpha=\frac{\varphi v^{г}}{\varphi v^{г}+(1-\varphi)v^{ж}}, \quad (11)$$

Уравнения (1)–(6)решаются в подобластях 1-5 (рис. 2) со следующими начальными и граничными условиями:

$$\rho_{\text{г}}(z,0)=\psi_{\rho}^{\text{г}}(z),\ \rho_{\text{ж}}(z,0)=\psi_{\rho}^{\text{ж}}(z),\ \ v_{\text{г}}(z,0)=\psi_{v}^{\text{г}}(z),\ v_{\text{ж}}(z,0)=\psi_{v}^{\text{ж}}(z),\ \ 0\le z\le L, \qquad (12)$$

где функций $\psi_{\rho}^{\text{ж}}(z),$, $\psi_{\rho}^{\text{г}}(z)$, $\psi_{v}^{\text{г}}(z)$, $\psi_{v}^{\text{ж}}(z)$ задаются в подобластях в зависимости от фазы среды.

Левые граничные условия для газа при $z=0$, $1\le t\le T$:

$$v_{\text{г}}(0,t)=v_0,\ \ p_{\text{г}}(0,t)=p_0. \qquad (13)$$

На границах разделов фаз выполняются соотношения Гюгонио. На поверхности контактных разрывов должны быть непрерывны нормальная составляющая скорости газа или жидкости давление [3]

$$[\varphi]_{z=z_k}=0,\ \ [p]_{z=z_k}=0,\ \ [v]_{z=z_k}=0,\ \ k=1,2,3,4. \qquad (14)$$

Используя (14) и формулы (4) получим формулы для определения плотности на границах раздела фаз. Например, на границе $z=z_1$ газа имеем формулу

$$\rho^{\text{ж}}(z_k+0,t)=\rho_0^{\text{ж}}+\rho_0^{\text{ж}}\beta\left(\frac{\rho^{\text{г}}(z_k-0,t)RT}{M}-p_0\right). \qquad (15)$$

Построение разностной схемы

Для численного решения начально-граничной задачи определим неравномерную по z и равномерную по t разностную сетку в следующем виде:

$$W_h=\{z_j=jh_j,\ \ j=0,1,\ldots,N_1,\ \ h_jN_1=L\},\ \ W_\tau=\{t_i=i\tau,\ \ i=0,1,\ldots,N_2,\ \ \tau N_2=T\},$$

где τ и h - шаги расчетной сетки по t и z, соответственно.

Интегро-интерполяционным методом построена разностная схема, аппроксимирующая дифференциальные уравнения **Ошибка! Источник ссылки не найден.**-**Ошибка! Источник ссылки не найден.**. Нелинейные слагаемые аппроксимированы с помощью схемы против потока.

Разностный аналог уравнения движения

$$\frac{\varphi_{j,i+1}\rho_{j,i+1}^{\text{г}}v_{j,i+1}^{\text{г}}+(1-\varphi_{j,i+1})\rho_{j,i+1}^{\text{ж}}v_{j,i+1}^{\text{ж}}}{\tau}-\frac{\varphi_{j,i}\rho_{j,i}^{\text{г}}v_{j,i}^{\text{г}}+(1-\varphi_{j,i})\rho_{j,i}^{\text{ж}}v_{j,i}^{\text{ж}}}{\tau}+\frac{p_{j+1,i}-p_{j,i}}{h_j}=$$

$$=-\varphi_{j,i}\rho_{j,i}^{\text{г}}\left[\frac{1}{2h_j}(v_{j,i}^{\text{г}}+|v_{j,i}^{\text{г}}|)(v_{j,i}^{\text{г}}-v_{j-1,i}^{\text{г}})+\frac{1}{2h_j}(v_{j,i}^{\text{г}}-|v_{j,i}^{\text{г}}|)(v_{j+1,i}^{\text{г}}-v_{j,i}^{\text{г}})\right]-$$

$$-(1-\varphi_{j,i})\rho_{j,i}^{\text{ж}}\left[\frac{1}{2h_j}(v_{j,i}^{\text{ж}}+|v_{j,i}^{\text{ж}}|)(v_{j,i}^{\text{ж}}-v_{j-1,i}^{\text{ж}})+\frac{1}{2h_j}(v_{j,i}^{\text{ж}}-|v_{j,i}^{\text{ж}}|)(v_{j+1,i}^{\text{ж}}-v_{j,i}^{\text{ж}})\right]-$$

$$-\frac{\lambda_{j,i}}{2\cdot d_{\text{г}}}(\varphi_{j,i}\rho_{j,i}^{\text{г}}v_{j,i}^{\text{г}}|v_{j,i}^{\text{г}}|+(1-\varphi_{j,i})\rho_{j,i}^{\text{ж}}v_{j,i}^{\text{ж}}|v_{j,i}^{\text{ж}}|)+(\varphi_{j,i}\rho_{j,i}^{\text{г}}+(1-\varphi_{j,i})\rho_{j,i}^{\text{ж}})gsin\alpha, \qquad (16)$$

$$j=1,2,\ldots,N_1-1;\ i=1,2,\ldots,N_2.$$

Для уравнение неразрывности газа и жидкости применено схема TVD (Total Variation Diminition) на примере схемы Лакса-Вендроффа.

Уравнение неразрывности газа

$$\frac{\varphi_{j,i+1}\rho_{j,i+1}^{\text{г}}-\varphi_{j,i}\rho_{j,i}^{\text{г}}}{\tau}+\frac{1}{2h_j}[(v_{j,i}^{\text{г}}+|v_{j,i}^{\text{г}}|)(\varphi_{j,i}\rho_{j,i}^{\text{г}}-\varphi_{j-1,i}\rho_{j-1,i}^{\text{г}})+$$

$$+(v_{j,i}^{\text{г}}-|v_{j,i}^{\text{г}}|)(\varphi_{j+1,i}\rho_{j+1,i}^{\text{г}}-\varphi_{j,i}\rho_{j,i}^{\text{г}})]+\frac{v_{j,i}^{\text{г}}}{h_j}\left(f_{i+\frac{1}{2}i}-f_{i-\frac{1}{2}i}\right)=0, \qquad (17)$$

где $f_{i+\frac{1}{2}i}=\psi(r_j)\left(1-\frac{\tau|v_{j,i}^{\text{г}}|}{h_j}\right)(\varphi_{j+1,i}\rho_{j+1,i}^{\text{г}}-\varphi_{j,i}\rho_{j,i}^{\text{г}}),\quad j=1,2,\ldots,N_1-1;\ i=1,2,\ldots,N_2.$

Уравнение неразрывности жидкости

$$\frac{(1-\varphi_{j,i+1})\rho_{j,i+1}^{\text{ж}}-(1-\varphi_{j,i})\rho_{j,i}^{\text{ж}}}{\tau}+\frac{1}{2h_j}\left[(v_{j,i}^{\text{ж}}+|v_{j,i}^{\text{ж}}|)\left((1-\varphi_{j,i})\rho_{j,i}^{\text{ж}}-(1-\varphi_{j-1,i})\rho_{j-1,i}^{\text{ж}}\right)+\right.$$

$$\left.+(v_{j,i}^{\text{ж}}-|v_{j,i}^{\text{ж}}|)\left((1-\varphi_{j+1,i})\rho_{j+1,i}^{\text{ж}}-(1-\varphi_{j,i})\rho_{j,i}^{\text{г}}\right)\right]+\frac{v_{j,i}^{\text{ж}}}{h_j}\left(f_{i+\frac{1}{2}i}-f_{i-\frac{1}{2}i}\right)=0, \qquad (18)$$

где

$$f_{i+\frac{1}{2}i}=\psi(r_j)\left(1-\frac{\tau|v_{j,i}^{\text{ж}}|}{h_j}\right)\left((1-\varphi_{j+1,i})\rho_{j+1,i}^{\text{ж}}-(1-\varphi_{j,i})\rho_{j,i}^{\text{ж}}\right),\ j=1,2,\ldots,N_1-1;\ i=1,2,\ldots,N_2.$$

Ограничитель схемы TVD выбирается следующим образом

$0<\psi(r_j)\le min(2r_j,2),r_j>0,\quad \psi(r_j)=0,r_j\le 0,$

где $r_j=\frac{\rho_{j,i}^{\gamma}-\rho_{j-1,i}^{\gamma}}{\rho_{j+1,i}^{\gamma}-\rho_{j+1,i}^{\gamma}},\ j=1,2,\ldots,N_1-1;\ i=1,2,\ldots,N_2\quad \gamma=\text{г},\text{ж}.$

Давление газа определим с помощью формулы

$$p_{j,i+1} = \frac{\rho^*_{j+1,i} RT}{M}. \quad (19)$$

Давление жидкости

$$p_{j,i+1} = p_0 + \frac{1}{\beta}\left(\frac{\rho^{\text{ж}}_{j,i+1}}{\rho^{\text{ж}}_0} - 1\right). \quad (20)$$

Поскольку в модели (16) число неизвестных $v^{\text{г}}_{j,i+1}$, $v^{\text{ж}}_{j,i+1}$ больше числа уравнений, поэтому необходимы замыкающие соотношения. Для распределенного потока используется следующая взаимосвязь скоростей газа и жидкости [16].

$$v^{\text{г}}_{j,i+1}(0{,}83 - \varphi_{j,i+1}) = (1 - \varphi_{j,i+1})v^{\text{ж}}_{j,i+1}, \quad (21)$$

коэффициент гидравлического сопротивления определяется в зависимости от числа Рейнольдса

$$\lambda_{j,i} = \frac{64}{Re_{j,i}}, \quad (22)$$

где число Рейнольдса определяется с помощью формулы

$$Re_{j,i} = \frac{LV}{\mu_{j,i}}. \quad (26)$$

В разностной задаче (16)-(22) используется неравномерная сетка с шагами $h_j, j = 0, 1, \ldots, N_1$. Неравномерная сетка сгущается на границе подобластей. Сгущение сетки осуществляется с помощью зависимости $z_k = z_k(q,t)$ формулами

$$z_k(q,t) = a_k(q - q_{n_k})^3 + b_k(q - q_{n_k})^2 + c_k(q - q_{n_k}) + d_k, \quad k = 1, 2, 3, 4, \quad (27)$$

где q - координатная ось на трезок $[0;\ 1]$ которого отображается отрезок $[0;\ 2]$ координатной оси z; причем по оси q строится равномерная сетка соответствующая неравномерной сетке по оси z; n_k - граница разделов фаз; a_k, b_k, c_k, d_k - коэффициенты кубической параболы.

Шаг неравномерной сетки определяется так $h_j = z_k(q_j,t) - z_k(q_{j-1},t)$, где $j = n_k - n_\varepsilon, n_k - n_\varepsilon + 1, \ldots, n_k + n_\varepsilon, n_\varepsilon = \left[\frac{\varepsilon}{h_q}\right]$, $h_q = \frac{1}{N_2}$ - шаг равномерной сетки по q.

Скорость газожидкостной смеси (ГЖС) вычисляется по формуле

$$v^{\text{см}}_{j,i+1} = \varphi_{j,i} v^{\text{г}}_{j,i+1} + (1 - \varphi_{j,i}) v^{\text{ж}}_{j,i+1}, \quad j = n_2 + 1, n_2 + 2, \ldots, n_3 - 1, \quad i = 0, 1, \ldots, N_2. \quad (28)$$

Границы разделов фаз z_k за один шаг по времени передвигаются на величину $\Delta l_k = v_{n_k i} \cdot \tau$, где $k = 1, 2, 3, 4$. Номера узлов сетки соответствующие границам разделов фаз определяются так $n_k = n_k + [\Delta l_k / h_j]$.

Результаты численного моделирования

Используя вышеприведенный алгоритм, была составлена программа для вычисления основных технологических характеристик газлифтной скважины. Были заданы следующие исходные данные: $t = 3600$ с, $L = 3496$м, $\rho^{\text{г}} = 0{,}75$ м/кг^3, $\rho^{\text{ж}}$=950 м/кг^3, d_1=0,0889 м, d_2=0,0759 м, D=0,168м, $p_н = 9$ МПа, $p_{пл} = 19$ МПа, $p_y = 1{,}5$ МПа, T=333 К, g=9,80665 м / с^2.

На рисунках 3, 4, 5, 6 приведены истинное содержание газа, плотность, давление и скорости. На рисунке 3 приведен график изменения истинного содержания газа вдоль скважины. На рисунке 4 приведен график изменения плотности газа, жидкости, ГЖС вдоль скважины. На рисунке 5 построен график функции давления. Из данного графика видно, что давление среды в пласте увеличивается вдоль течения до момента образования газожидкостной смеси, а затем уменьшается. Из графика скорости (рисунок 6) наблюдается монотонное уменьшение скорости среды до образования ГЖС, за смесью скорость жидкости и газа в НКТ увеличивается.

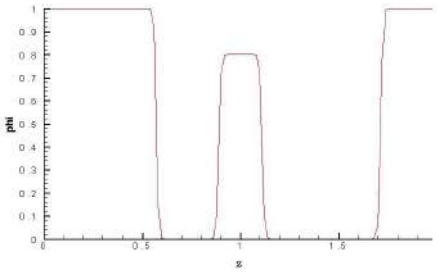


Рис. 3. Истинное содержание газа

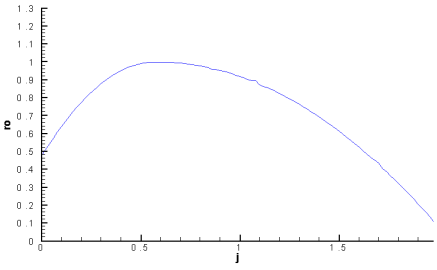


Рис. 4. Плотность

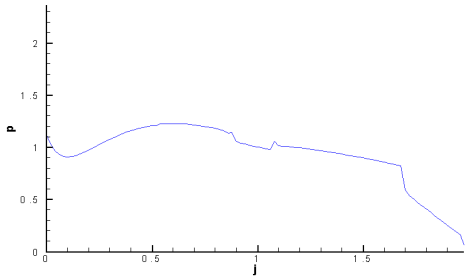


Рис. 5. Давление

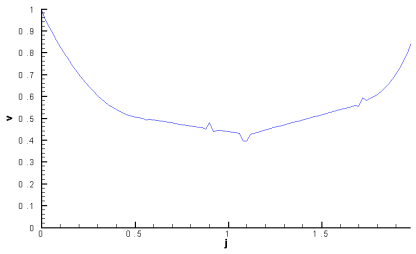


Рис. 6. Скорость

Заключение.

В данной работе разработана математическая модель газлифтной скважины и рассмотрена одномерная модель газлифтной скважины. Разработана конечно-разностная схема на адаптивной неравномерной сетке, сгущающаяся на границах газовой, жидкостной и газожидкостной фаз. При построении сетки используется кубическая сплайн-функция. Используя предложенный алгоритм численного решения одномерной задачи для газлифтной скважины, составлена программа для расчета на компьютере. Предложенными численными алгоритмами решения задачи определения плотности, давления, скорости для газлифтной скважины проведены многочисленные методические расчеты. Из результатов расчетов можно сделать вывод, что разработанная математическая модель и разностная схема позволяют изучить физический процесс в газлифтной скважине.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред, Т.1,2, М., Наука, 1987 (in Russ.)

[2] Кутателадзе С.С. Стырикович М.А. Гидродинамика газожидкостных систем. М.: Энергия, 1976. (in Russ.)

[3] Самарский А.А., Попов Ю.П. Разностные методы решения задач газовой динамики. М.: Наука, 1992. – 424 с. (in Russ.)

[4] Шокин Ю.И. Первое дифференциальное приближение. - Новосибирск: Наука, 1979 (in Russ.)

[5] Накоряков В.Е., Соболев В.В., Шрейбер И.Р. Длинновольновые возмущения в газожидкостной смеси Известия АН СССР. МЖГ, 1972, № 5. (in Russ.)

[6] Bendiksen K., Malnes D., Moe R., Nuland S. The dynamic two-fluid model OLGA: theory and application SPE Production Engineering. May, 1991. P. 171. (in Eng.)

[7] Minami K., Shoham 0. Transient two-phase flow behavior in pipelines-experiment and modeling Int. J. of Multiphase Flows. 1994. V. 20. № 4. P. 739. (in Eng.)

[8] Pauchon C., Dhulesia H., Binh-Cirlot G., Fabre J. TACITE: A transient tool for multiphase pipeline and well simulation paper SPE 28545. 1994. (in Eng.)

[9] Tang Y., Shmidt Z., Blais R. Transient dinamic characteristics of the gaslift unloading process paper SPE 38814. 1997. (in Eng.)

[10] D. ter Avest, Oudeman P. A dynamic simulator to analyse and remedy gas-lift problems paper SPE 30639. 1995. (in Eng.)

[11] Asheim H. Verification of transient multi-phase flow simulator for gas lift applications paper SPE 56659. 1999. (in Eng.)

[12] Алиев Ф.А., Ильясов М.Х., Джамалбеков М.А. Моделирование работы газлифтной скважины. Доклад НАН Азерб., №4, 2008, с. 107-116. (in Russ.)

[13] Алиев Ф.А., Исмаилов Н.А., Задачи управления газлифтным процессом при минимальных потерях дебита в подъемнике Институт Прикладной Математики 2013, с.111-119. (in Russ.)

[14] Алиев Ф.А., Есадуллаев Р., Исмаилов Н.А., Алгоритм решения цифровой минимаксной задачи определения оптимального режима газлифта труды института прикладной математики Т.1 №1 2012 – С. 4-14. (in Russ.)

[15] Шуров В.И. Технология и техника добычи нефти М., «Недра», 1983, 510с. (in Russ.)

[16] Барашкин Р.Л., Разработка модели и алгоритмов функционирования газлифтной скважины как объекта системы оперативного управления Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина - Москва: 2011., 152 с. (in Russ.)

Темирбеков Н. М., Тураров А. К.

Газлифт үрдісінің динамикалық моделінің сандық шешімі

Аннотация. Қозғалысы газлифт ұңғымасында гипреболалық типтегі дербес туындылы дифференциалдық теңдеулермен сипатталатын газлифт үрдісінің бір өлшемді моделіне сандық улгілеу жургізіледі және қарастырылады. Ішкі облыстары газ, сұйық және газ-сұйық қоспа шекараларының маңында қоюланатын бікелкі емес торда газлифт үрдісінің моделіне айырымдық сұлбалар құрастырылды.

Бұл мақалада, газлифт ұңғымасының математикалық моделі құрастырылды. Ұңғыма мен оның сақиналы бөлігінде ағыс екі фазалы және изотермиялық деп жорамалданатын газлифт ұңғымасының бір өлшемді моделі қарастырылады. Зерттелінді үрдісті сипаттайтын жүйе қоғалыс теңдеуі, үзіліссіздік теңдеуі мен термодинамикалық күй теңдеуі, концентрация және гидравликалық кедергілерден тұрады. Сұйық фазасының тығыздығын айқын түрде анықтайтын формуласын алуға мүмкіндік беретін фазалардың бөліну шекараларына газ, сұйық және газ-сұйық қоспаларына сәйкестік шарты қойылады. Газ, сұйық және газ-сұйық қоспа шекараларының маңында қоюланатын бікелкі емес адаптивті торда ақырлы-айырымдық сұлбасы құрастырылды. Ұсынылған алгоритмнің нәтижесі жеке алынған мұнай ұңғымасының мысалында көркемделген.

Түйіндеме. байланысты ажырау, фазалардың бөліну шекарасы, газ-сұйық қоспасы, газлифт.

Temirbekov N. M., Turarov A. K.

Numerical solution of the dinamic model of gas-lift process

Summary. We consider and conduct a numerical simulation of a one-dimensional model of gas-lift process, where the movement in gas-lift well is described by partial differential equations of hyperbolic type. Difference schemes for the gas-lift model of the process on a non-uniform grid condensing near the boundaries of subdomains with gas, liquid and a gas-liquid mixture are developed.

In this paper, the mathematical model of gas lift wells is developed. A one-dimensional model of gas-lift wells is examined in which it is assumed that the flow is two-phase and isothermic in the annular portion and in the well. The system, which describes the process under study, consists of the equations of motion and continuity equations of thermodynamic state, concentration, and hydraulic resistance. At the interface, matching conditions for pressure, velocity and concentration are set that allows to obtain a formula for determining the density of the liquid phase in an explicit form. Finite-difference scheme on adaptive non-uniform grid condensing on the boundaries of the gas, liquid and liquid-gas phase, is developed. When building a grid, cubic spline function is used. The results of the proposed algorithm is illustrated by the example of a real well.

Key words: interfacial contact discontinuity, gas-liquid mixture, gas lift.

УДК 53.072; 53:681.3

Т.А. Шмыгалева[1], А.И. Купчишин[2], Е.В. Шмыгалев[2],
Н.Е. Алтынбек[1], Н.А. Каржау[1]
([1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан
[2]Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан
shmyg1953@mail.ru)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАДИАЦИОННОГО ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ ПРИ ПРОТОННОМ ОБЛУЧЕНИИ

Аннотация. В работе показан процесс взаимодействия протонов с веществом и образования радиационных дефектов. Для расчета каскадно-вероятностных функций, спектров первично-выбитых атомов, концентрации радиационных дефектов необходимо выполнить подбор аппроксимационного выражения и коэффициентов аппроксимации для сечения взаимодействия. Сечение взаимодействия для протонов вычисляется по формуле Резерфорда. Получено аналитическое выражение каскадно-вероятностной функции с учетом потерь энергии для протонов из рекуррентных соотношений для вероятностей перехода. Рассмотрены свойства каскадно-вероятностной функции. Приведен процесс расчета каскадно-вероятностной функции. Используя формулы для каскадно-вероятностной функции и спектра первично-выбитых атомов, получаем выражение для расчета концентрации радиационных дефектов. Результаты расчетов представлены в виде графиков и таблиц.

Ключевые слова. Протон, аппроксимация, каскадно-вероятностная функция, сечение взаимодействия, спектр первично-выбитых атомов, концентрация, радиационные дефекты.

Для протонов, образующих первично-выбитые атомы, зависимость аппроксимационной функции от энергии, которая, в свою очередь, зависит от глубины проникновения, представляется в следующем виде [1]:

$$\sigma(h)=\sigma_0\left(1+\frac{1}{a(E_0-kh)}\right), \tag{1}$$

где a и E_0 - параметры аппроксимации, рассчитанные при сравнении (1) с расчетами истинных сечений, например, методами квантовой электродинамики, обычными методами и т.д. Тогда простейшая КВФ запишется в виде [1]:

$$\psi_0(h',h,E_0)=\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)^{-l}\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right). \tag{2}$$

Из уравнений Колмогорова-Чэпмена получим рекуррентные соотношения для вероятностей перехода:

$$\psi_n(h',h,E_0)=\int_{h'}^{h}\psi_{n-1}(h',h'',E_0)\frac{1}{\lambda_0}\left(1+\frac{1}{a(E_0-kh'')}\right)\psi_0(h'',h,E_0)dh''. \tag{3}$$

Из соотношения (3) получим выражение КВФ для протонов в следующем виде:

$$\psi_n(h',h,E_0)=\frac{1}{n!\lambda_0^n}\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)^{-l}\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right)\left(h-h'+\frac{\ln\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)}{ak}\right)^n. \tag{4}$$

Рассмотрим некоторые свойства КВФ с учетом потерь энергии для протонов [1].

$$1.\ \lim_{h'\to 0}\psi_n(h,E_0)=\frac{1}{n!\lambda_0^n}\left(\frac{E_0}{E_0-kh}\right)^{-l}\exp\left(-\frac{h}{\lambda_0}\right)\left[h+\frac{\ln\left(\frac{E_0}{E_0-kh}\right)}{ak}\right]^n.$$

$$2.\ \lim_{k\to 0}\psi_0(h',h,E_0)=\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda}\right),\ \lim_{k\to 0}\psi_n(h',h,E_0)=\frac{(h-h')^n}{n!\lambda^n}\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda}\right),$$

где $\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{\lambda_0}\left(1+\frac{1}{aE_0}\right)$.

3. Экстремумы, участки убывания, возрастания. Найдем производную от $\psi_0(h',h,E_0)$ по h:

$$\psi_0'(h',h,E_0)=\left[\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)^{-l}\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right)\right]_h'=\frac{1}{\lambda_0}\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right)*\left[\frac{-1}{a(E_0-kh)}-1\right];$$

$$\psi_0'(h',h,E_0)=0 \text{ при } -\frac{1}{a(E_0-kh)}+1=0,$$

тогда $h=E_0/k+1/ak$ - точка экстремума.

При $h<E_0/k+1/ak$ функция $\psi_0(h',h,E_0)$ монотонно убывает, а при $h>E_0/k+1/ak$ монотонно возрастает, таким образом $h_э=E_0/k+1/ak$ - точка минимума.

При $h_э=E_0/k+1/ak$

$$\psi_0(h_э,h',E_0)=\left[a(E_0-kh')\right]^{-\frac{1}{\lambda_0 ak}}\exp\left(\frac{-aE_0-1+h'ak}{\lambda_0 ak}\right).$$

При $n \geq 1$ уравнение $d\psi_n/dh=0$ можно решить только численно. Полученная точка минимума $h=E_0/k+1/ak$ не принадлежит области определения функции $\psi_n(h',h,E_0)$, так как $h_э > h_{max}$ и поэтому не принимается нами во внимание.

Для расчета КВФ для протонов необходимо рассчитать сечение взаимодействия по формуле Резерфорда [2-4]:

$$\sigma(E_1) = 4\pi a_0^2 \varepsilon_r^2 z_1^2 z_2^2 \frac{m_1 c^2}{m_2 c^2} \frac{1}{E_1}\left[\frac{1}{E_d} - \frac{1}{E_{2\max}}\right] 10^{24} \text{ (барн)}. \quad (5)$$

Вычисленные по этой формуле преобразованные значения сечений для протонов в зависимости от h имеют вид возрастающей кривой. Для больших значений E_1 сечения медленно возрастают, с уменьшением E_1 - очень резко. Так, например, для Al при E_1=30МэВ, $\sigma(E_1)$=428 барн; при E_1=29МэВ, $\sigma(E_1)$=443,8 барн; а при E_1=2МэВ, $\sigma(E_1)$=6434,2 барн; при E_1=1МэВ, $\sigma(E_1)$=12867 барн. Результаты расчетов представлены на рисунке 1.

Глубины наблюдений для протонов получаем, используя таблицы пробегов и тормозных способностей для легких ионов [5]. Найденные по формуле (5) значения приближенных функций аппроксимируются выражением (1). Коэффициенты σ_0, a, E_0', k находятся по методу наименьших квадратов, причем E_0' здесь не является первоначальной энергией первичной частицы, а есть коэффициент аппроксимации. Теоретические корреляционные отношения колеблются в интервале 0,97 ÷ 0,9999. Результаты аппроксимации показывают (табл.1), что теоретические корреляционные отношения с увеличением первоначальной энергии первичной частицы для протонов имеют тенденцию к уменьшению.

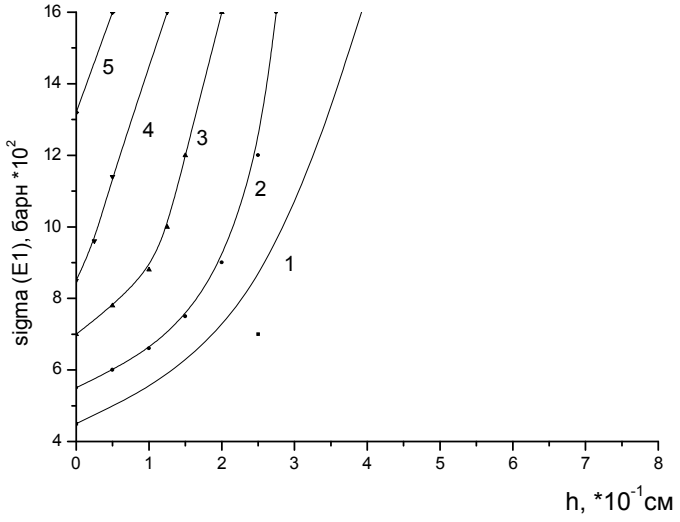


Рис. 1. Зависимость σ(h) для протонов в Al при E_0: 1-30; 2-25;3-20;4-15;5-10 (МэВ) (1-5).

Таблица 1. **Аппроксимационные значения и теоретическое корреляционное отношение для протонов в Al (а), Ti (б)**

E_0, МэВ	σ_0	a	E_0'	K	η
5	2011.3	3.80	6.01	31.8	0.99
10	689.1	0.0224	49.11	749.1	0.9999
15	430.7	0.0467	20.96	153.1	0.999
20	346.0	0.0184	59.29	262.1	0.9997
25	293.9	0.00205	601.9	1809.5	0.999
30	262.0	0.018	78.19	171.3	0.999
40	372.7	0.15	39.39	53.73	0.99
50	321.2	0.14	49.32	45.26	0.99

(а)

E_0, МэВ	σ_0	a	E_0'	K	η
5	1611.6	0.19	2.9	186.2	0.9999
10	1572.5	0.56	3.16	15.01	0.999
15	1237.7	1.46	1.72	18.42	0.998
20	1027.4	1.36	2.34	15.24	0.998
25	876.1	1.09	3.42	15.07	0.996
30	783.4	0.31	14.67	47.04	0.99
40	644.6	0.15	34.14	65.79	0.99
50	558.5	0.13	49.65	6464	0.99

(б)

Используя выражение (4) для КВФ, расчеты производились по формуле:

$$\psi_n(h',h,E_0)=\exp\left(-n\lambda_0-\ln n!-\frac{1}{\lambda_0 ak}\ln\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)-\frac{h-h'}{\lambda_0}+\right. \tag{6}$$

$$\left.+n\ln\left(h-h'+\frac{1}{ak}\ln\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)\right)\right).$$

Результаты расчетов показывают (рисунок 2), что КВФ в зависимости от h и от n имеют следующее поведение: возрастают, достигая максимума, затем убывают. Визуально все кривые имеют кажущееся одинаковое поведение, однако, области нахождения результата у них разные. Основная сложность заключается в нахождении этой области, которая зависит от первоначальной энергии первичной частицы, глубины наблюдения, атомного номера налетающей частицы и мишени. В зависимости от n КВФ с увеличением глубины наблюдения смещаются вправо, значение функции в точке максимума уменьшается, расстояние между двумя соседними кривыми увеличивается. В зависимости от h КВФ с увеличением числа взаимодействий также смещаются вправо, значения функций в точке максимума уменьшаются.

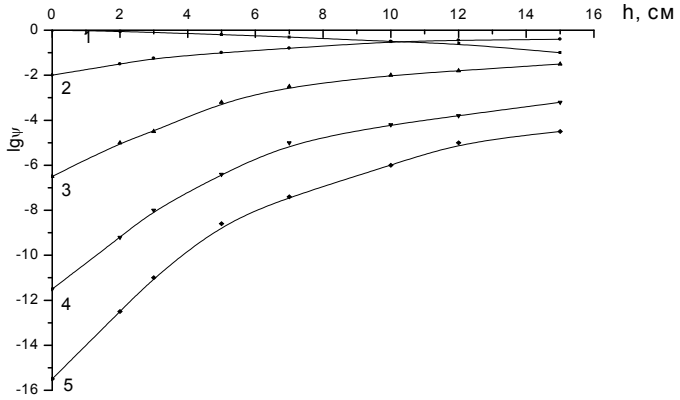


Рис. 2. Зависимость $\psi_n(h',h,E_0)$ для протонов в Al при E_0=5 Мэв от h для n=0, 2, 5, 8, 10 (1-5).

Для расчета концентрации вакансионных кластеров необходимо спектр ПВА $W(E_0,E_2,h)$ проинтегрировать по E_2 от E_c до E_{2max} [2-4]. Тогда:

$$C_k(E_0,h)=\int_{E_c}^{E_{2\max}}W(E_0,E_2,h)dE_2\,, \tag{7}$$

$$E_{2\max}=\frac{4m_1c^2m_2c^2}{(m_1c^2+m_2c^2)^2}E_1\,,$$

m_1c^2 - энергия покоя протона или α-частицы.

$C_k(E_0,h)$ определяется с учетом того, что энергия частицы на глубине h есть $E_1(h)$. Так как $E_1(h)=E_0-\Delta\ E(h)$, то, задавая потери энергии на ионизацию и возбуждение ΔE, получаем соответствующие глубины наблюдений h. Для этого используется формула Бете-Блоха [5]:

$$\frac{dE}{\rho dx} = f(E) = \frac{0{,}30711}{\beta^2\Delta} z_1^2 z_2 \left\{ \ln\left[\frac{1{,}022}{j*10^{-6}} \frac{\beta^2}{1-\beta^2} \right] - \beta^2 - \frac{Ck}{Z} \right\} \frac{МэВ*см^2}{8}, \quad (8)$$

где $\beta = \frac{V}{C} = \frac{\sqrt{(m_1c^2+E_1)^2 - m_1c^2}}{m_1c^2+E_1}$, x - толщина тормозящего слоя в см; ρx - толщина тормозящего слоя в граммах на 1 $см^2$;

Ck - поправка на энергию связи k - электронов среды.

Далее вычисляем глубины наблюдений по формуле:

$$h = \int_{E_0}^{E_0-\Delta E} dx = \int_{E_0}^{E_0-\Delta E} \frac{dE}{\rho f(E)}. \quad (9)$$

Затем находим зависимость E_1 от h в виде аналитического выражения:

$$E_1 = E_0 - a_1 h^{a_2}. \quad (10)$$

Определим спектр ПВА $W(E_0,E_2,h)$. В приближении того, что падающий протон сохраняет направление первоначального движения и теряет энергию на ионизацию и возбуждение непосредственно в процессе генерации ПВА, $W(E_0,E_2,h)$ определяется формулой:

$$W(E_0,E_2,h) = \sum_{n=0}^{n_1} \int_{h-k\lambda_2}^{h} \psi_n(h') \exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_2} \right) \frac{W(E_1,E_2,h')}{\lambda_1(h')} \frac{dh'}{\lambda_2}, \quad (11)$$

где n_1 - максимальное число упругих столкновений, $\psi_n(h')$ - каскадно-вероятностная функция с учетом потерь энергии для протонов после n-го числа взаимодействий на глубине генерации h', которая вычисляется по формуле:

$$\psi_n(h') = \frac{1}{{\lambda_0}^n} \left(\frac{E_0}{E_0 - kh'} \right)^{-\frac{1}{\lambda_0 ak}} \exp\left(-\frac{h'}{\lambda_0} \right) \sum_{i=0}^{n} \frac{h'^{n-i} \ln^i\left(\frac{E_0}{E_0-kh'} \right)}{i!(n-i)!a^i k^i}, \quad (12)$$

$$\lambda_1(h') = \frac{1}{\sigma_0 n \left(1 + \frac{1}{a(E_0-kh')} \right)} * 10^{24} (см).$$

Для нахождения λ_2 рассчитывается σ_2 по формуле Резерфорда при z_1=1, z_2=z (z - атомный номер рассматриваемого элемента). Спектр ПВА в элементарном акте на глубине h' определяется как отношение дифференциального резерфордовского сечения $\frac{d\sigma(E_1,E_2,h)}{dE_2}$ к интегральному, т.е.[2,3]:

$$\varpi(E_1,E_2) = \frac{d\sigma(E_1,E_2) \Big/ dE_2}{\sigma(E_1)}, \quad (13)$$

$$\text{где } \frac{d\sigma(E_1,E_2,h)}{dE_2} = 4\pi a_0^2 E_r^2 z_1^2 z_2^2 \frac{1}{E_1 E_2^2} 10^{24}. \quad (14)$$

Таким образом, для вычисления концентрации вакансионных кластеров необходимо рассчитать двойной интеграл, который является повторным. Внутренний интеграл берется по h', внешний - по E_2. Для расчета C_k (E_0, h) по формуле (7) дважды используется формула Гаусса. Везде вместо E_1 подставляется аппроксимационная формула (10), в результате получаем зависимость концентрации от h, т. е. C_k (E_0, h). Результаты расчетов представлены на рисунках 3,4.

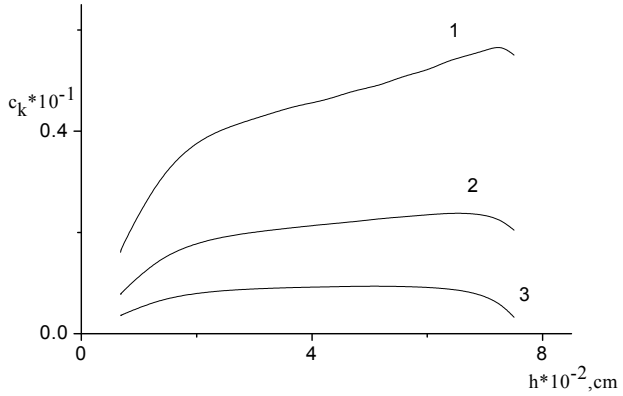


Рис. 3. Зависимость концентрации радиационных дефектов от глубины при протонном облучении для Cu при E_0=20 МэВ E_c=50 КэВ(1), E_c=100КэВ(2), E_c=200 КэВ(3)

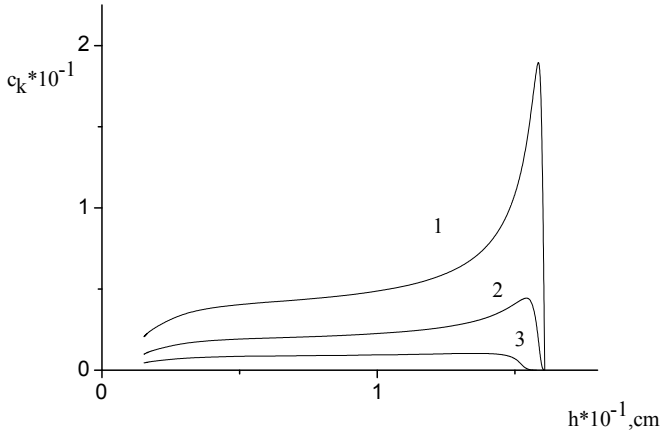


Рис. 4. Зависимость концентрации радиационных дефектов от глубины при протонном облучении для Mo при E_0=30 МэВ; E_c=50 КэВ(1), E_c=100 КэВ(2), E_c=200 КэВ(3)

Заключение. Было произведено сравнение результатов расчетов концентрации радиационных дефектов с использованием КВФ с учетом потерь энергии с результатами расчетов с использованием простейшей КВФ. Показано, что учет потерь энергии дает существенный вклад в концентрацию радиационных дефектов. Таким образом, при расчетах спектров ПВА и концентрации радиационных дефектов при протонном облучении в рамках каскадно-вероятностного метода необходимо использовать каскадно-вероятностные функции с учетом потерь энергии.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Э.Г. Боос, А.А.Купчишин, А.И.Купчишин, Е.В. Шмыгалев, Т.А.Шмыгалева. Каскадно-вероятностный метод, решение радиационно-физических задач, уравнений Больцмана. Связь с цепями Маркова. Монография. Алматы.: КазНПУ им. Абая, НИИ НХТ и М КазНУ им. аль-Фараби. 2015 г. – 388 с.

[2] Босс Э.Г., Купчишин А.И. Решение физических задач каскадно-вероятностным методом. - Алма-Ата: Наука, 1988, т.1. - 112 с.

[3] Босс Э.Г., Купчишин А.И. Решение физических задач каскадно-вероятностным методом. - Алма-Ата: Наука, 1988, т.2. - 144 с.

[4] Динс Дж. и Винйярд Дж. Радиационные дефекты в твердых телах. - М.: Иностран. лит-ра, 1960. - 243 с.

[5] Немец О.Ф., Гофман Ю.В. Справочник по ядерной физике. - Киев: Наукова думка, 1975. - 416 с.

Шмыгалева Т.А., Купчишин А.И., Шмыгалев Е.В., Алтынбек Н.Е., Қаржау Н.Ә.

Қатты денелердегі протондық сәулелену кезіндегі ақау түзуші радиациялық үдерістерін компьютерлік модельдеу

Аңдатпа. Бұл жұмыста протондардың затпен өзара әрекеттесу және радиациялық ақауларының пайда болуының үдерісі көрсетілген. Каскадты-ықтималдық функцияларын, бастапқы-қалыптан шыққан атомдардың спектрлерін, радиациялық ақаулардың шоғырлануын есептеу үшін жуықтату өрнегін және өзара әрекеттестігінің қимасы үшін жуықтату коэффициентерін іріктеу жасау қажет. Протондар үшін өзара әрекеттестік қимасы Резерфорд формуласы арқылы есептеліп шығарылады. Каскадты-ықтималдық функциясының ықтималдықтары өтуі үшін рекурентті байланысынан шыққан протондарға арналған энергияның шығындарын ескере отырып талдамалық өрнек алынды. Каскадты-ықтималдық функциясының қасиеттері қарастырылды. Каскадты-ықтималдық функциясының есептеу үдерісі көрсетілді.Каскадты-ықтималдық функцияларына және бастапқы-қалыптан шыққан атомдардарының спектріне арналған формулаларды қолдана отырып, радиациялық ақаулардың шоғырлануын есептеуге арналған өрнекті аламыз. Есептеулер нәтижелері графиктер және кестелер арқылы көрсетілген.

Түйінді сөздер. Протон, жуықтату, каскадты-ықтималдық функция, өзара әрекеттестік қимасы, бастапқы-калыптан шыққан атомдардың спектрі, шоғырлану, радиациялық ақаулар.

Shmygaleva T.A., Kupchyshyn A.I., Shmygalev E.V., Altynbek N.E., Karzhau N.A.

Computer model operation of processes of the radiation defect formation in solid bodies at proton radiation

Summary. The work process of interaction of protons with substance and formations of radiation defects is shown. For calculation of cascade-probability functions, ranges of the primary knocked-on atoms, concentration of radiation defects needs to execute selection of approximating expression and coefficients of approximation for interaction section. Interaction section for protons is calculated on Rutherford's formula. Analytical expression of a cascade-probability function taking into account power loss for protons from the recurrence relations for transition probabilities is received. Properties of a cascade-probability function are considered. Process of calculation of a cascade probability function is given. Using formulas for a cascade-probability function and a range of the primary knocked-on atoms, we receive the expression for calculation of concentration of radiation defects. Results of calculations are presented in the form of schedules and tables.

Key words. A proton, approximation, a cascade-probability function, interaction section, a range of the primary knocked-on atoms, concentration, radiation defects.

УДК 373.03

Г. Аскарова, Л. Омарбекова
(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті,
Алматы қ., Қазақстан Республикасы, omarbekova1980@mail.ru)

СТУДЕНТТЕРДІҢ ПРАКТИКАЛЫҚ ДАҒДЫЛАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖОЛДАРЫ

Аннотация. Студенттердің практикалық жұмысы – педагогтың студенттермен оқу пәнінің жеке теориялық бөліктерін толық қарастыруды ұйымдастыратын оқытудың формасы болып табылады және мұнда студенттер өздерінің алдына қойылған міндеттеріне сәйкес тапсырмаларды орындай отырып, оларды практикалық тұрғыда қолданудың білігі мен дағдысы қалыптасады. Практикалық сабақ құрылымында студенттердің өз бетінше жұмыс істеуіне назар аударылған. Практикалық жұмыс барысында студенттер сызба құру, график тұрғызу, диаграммалар салу, арнайы пәндерден есептік-графиктік жұмыстар орындау секілді іс-әрекеттер орындайды. Дұрыс ұйымдастырылған практикалық сабақтар маңызды тәрбиелік және практикалық мәнге ие, яғни теория мен практиканың дидактикалық байланысы жүзеге асады. Практикалық сабақтар студенттердің дәрістік сабақтар мен өз бетінше жұмыс барысында алынған білімдерін тереңдету, бекіту және нақтылау, болашақ кәсіби іс-әрекеттерінде қажет болатын практикалық дағдылары мен біліктерін қалыптастыру, көріністерді бақылап және түсіндіріп бере алатын біліктерін дамыту, өзін-өзі жетілдіру міндеттерін шешуге бағытталған.

Кілттік сөздер: практикалық дағды, практикалық сабақтар, практикалық қолдану, практикалық сабақтарды ұйымдастыру.

Қазіргі кезде мектеп тәжірибесінде сабақтың қалыптасқан дәстүрлі түрлерінен басқа, дәстүрсіз түрлері де пайда болуда. Ол әрине қоғамның жаңару, жетілдіру жағдайында білім беру саласын

реформалаумен тығыз байланыста іске асуда. Оқыту жұмысын ұйымдастырудың мұндай дәстүрсіз түрлері көбінесе оның жеке әдістеріне негізделіп құрылуда.

Оқыту жұмысын тек сабақ арқылы ұйымдастыру мүмкін емес. Сыныптық – сабақ жүйесінің негізгі кемшілігі – студенттердің дара ерекшеліктерін дамытуға жеткілікті мүмкіндіктердің болмауы – оқытуды ұйымдастырудың басқа жолдарын іздестіруге себеп болды. Сондықтан студенттердің сыныптық-сабақтағы практикалық әрекетін дамыту, толықтыру және студенттердің практикалық шығармашылық белсенділіктерін, қабілеттерін арттыру мақсатында оқыту жұмысын ұйымдастырудың қосымша түрлері қолданылады. Олардың қатарына семинар, экскурсия, факультативтік, қосымша, конференция сабақтары, үйдегі оқу жұмысы, практикалық-зертханалық және пәндік үйірме жұмыстары, олимпиада, сынақ және емтихан, практикалық жұмыс түрлерін жатқызуға болады.

Семинар сабақтары көбінесе оқылған дәріс тақырыбына байланысты негізгі өзекті мәселелерді талқылау, студенттердің практикалық ойлау қабілеттерін дамыту, практикалық шығармашылық белсенділіктерін шыңдау мақсатын көздейді. Тақырып сұрақтарына сай пікір алмасу, өз көзқарастарын дәлелдеу, оқытушыларға студенттердің оқу материалын қаншалықты меңгергенін, соған орай сенімдері мен түсініктерінің қалыптасқандығын бақылап, тексеріп, бағалап және бағыт-бағдар беріп отыруға мүмкіндік туғызады. Семинар сабағын өткізу барысында оқытушы проблемалық жағдай туғызып, талқыланып отырған сұрақтарға студенттердің қызығушылығын оятып, олармен ақылдаса отыра оны талдаудың жоспарын құрады және ұжымдық ізденушілік әрекеттеріне қолайлы жағдай туғызады.

Экскурсия жұмысының мақсаты - студенттердің сабақта алған теориялық оқу материалдарын практикамен жалғастыру, бекіту. Сондықтан оқыту процесінде оның маңызы зор. Бұл студенттердің оқу процесін бақылай білуге жаттықтырады және оқу материалын өмірмен байланыстыра алуға үйретеді. Оқытуды экскурсия жолымен ұйымдастырудың үш түрі бар:

Біріншісі - кіріспе экскурсия деп аталады. Ол сабақта күрделі тарауда тақырыптарды өтер алдында үйымдастырылады.

Екіншісі - ілеспелі экскурсия деп аталады. Ол белгілі бір тақырыпқа арналып, сабақ барысында оның орта шенінде немесе өн бойында жүргізіледі.

Үшіншісі - қорытынды экскурсия. Ол күрделі немесе тақырыпты өтіп болғаннан кейін студенттердің сабақтар жүйесінде алған теориялық білімдерін пысықтау, бекіту мақсатын көздейді. XVШ ғ. Францияның атақты ғалымы Жан-Жак Руссо білім алушылардың сезімін дамыту үшін, олармен табиғатқа экскурсия жасау қажеттігін дұрыс деп тапты. Оқытудың бұл түрі тек XIX ғ. бастап қолданыла бастады. Оқыту жұмысын ұйымдастырудың факультатив түрі студенттердің сұранысы мен қызығушылығы негізінде әртүрлі пәндерге байланысты ұйымдастырылады. Оның қызметі көпжақты: студенттерді ғылымға қатыстыра отырып, олардың дүниетанымын тереңдетеді және кеңейтеді; белгілі бір пәнге қатысты практикалық қызығушылықтарын тұрақты қалыптастырады. Студенттердің пәнге бейімділігін ескере отырып, факультативтік оқуды олардың қалаған мамандықтарына сай психологиялық және практикалық дайындығын арттыру және кәсіби бағдарын қалыптастырудың нәтижелі формасы ретінде қолдануға болады. Ол оқудың жоғары ғылыми деңгейін қамтамасыз етіп, студенттердің практикалық білім алуы мен шығармашылық дамуына да ықпал етеді. Студенттердің факультативтік оқуда алған білімдері мен дағдылары сабақтарда белсенді қолданып, олардың міндеттері, мазмұны мен әдістері арасындағы өзара байланыс логикалық тұрғыда іске асса, онда оқу жүйесінің нәтижесі анағұрлым артады. Конференция ретінде өткізілетін сабақ түрі кейбір тақырыптарды меңгерту, оның ғылыми дәрежесін көтеру мақсатын көздейді. Оқу жұмысын ұйымдастыруда оқытушының тағы бір міндеті - студенттердің сабақтан тыс кездерінде практикалық әрекеттерін тереңдету, үлгермеушілікті болдырмау. Сондықтан кейбір студенттердің дарын-талаптарын, ғылымға бейімділігін немесе сұранысын сабақ барысында толық қамтамасыз етіп, жағдайлар жасауға әр кезде мүмкіндік бола бермейді. Ол үшін оларға үйірме мен ғылыми жұмыстарын ұйымдастырудың маңызы бар. Пәндік үйірме жұмыстары сабаққа қарағанда бағыты, мазмұны, ұйымдастыру тәсілі мен уақыт өлшемі тұрғысынан практикалық ерекшеліктері бар. Олар студенттердің қызығушылығы мен пәндерге бейімділігін дамытуда және тапсырылған жұмыстарды нәтижелі орындауға қолайлы жағдай туғызып отырады. Студенттердің пәндік үйірме жұмыстары оқыту процесін жандандырып, оның сапасын көтеруге әсер етеді. Үлгере алмаушылықты жою үшін жеке немесе бір топ студенттермен қосымша және консультация сабақтары да ұйымдастырылады.

Сынақ жұмыстарын студенттерге енгізудегі мақсат - бағдарламадағы теориялық білімдерді күшейту, бекіту және оқыту процесінде студенттердің жоғары белсенділіктерін, жауапкершілігін, дербестігін орнықтыру. Сынақ жұмыстары өзінің ұйымдастыру ерекшелігіне сай оқу жұмысынан тыс студенттердің өздігінен білім алуын жалғастыруға ықпал етеді. Сынақты ұйымдастыру студенттердің жеке жауаптары, бақылау және топтық, практикалық - зертханалық жұмыстары, тақырып бойынша шығарма және баяндама жазу түрінде жүргізіледі.

Үйдегі оқу жұмысы - студенттердің үйде өз бетімен орындайтын оқу жұмыстары сыныпта өткен сабақтардың жалғасы ретінде саналады. Сондықтан да оны кейде оқыту процесінің бір компоненті ретінде қарастырылады. Студенттің үйдегі оқу жұмысын сыныптағы оқу жұмысымен жалғастырып, толықтырып отырса, онда олардың алған білімдері терең және берік болады. Оның маңызы оқыту жұмысын ұйымдастырудың сабақтың басқа түрлеріне қарағанда ерекше. Бұл жұмыстың практикалық қызметімен бірге оның тәрбиелік мәні де зор. Себебі, үй жұмысын күнделікті орындау барысында студенттердің дербестігі, ойлау қабілеті артып, өздігінен білім алуға жүйелі түрде дағдыланады. Соның негізінде білім мен біліктілік өте берік меңгеріледі, студенттің ақыл- ой әрекетінің жеке дара дәстүрі қалыптасады.

Студенттердің оқу жұмысын сәтті ұйымдастыруда оның практикалық жұмыстарының маңызы ерекше. Бүгінгі таңда студенттердің үзіліссіз білім алу міндеттерін жетілдіруге сай оқытушыларға олардың ойлау қабілеттерін одан әрі арттыру, практикалық және шығармашылық қабілеттерін дамыту, сонымен қатар практикалық жұмыстарына қатысты іскерліктері мен дағдысын тәрбиелеу талап етілуде. Ол үшін практикалық жұмыс студенттердің тек үй жұмысын орындау барысында ғана емес, оқыту процесінің өн бойында өз орнын табуы тиіс. А.Байтұрсынов: студенттің практикалық жұмысының маңызын бала білімді тәжірибе арқылы өздігінен алуы керектігін атап айтқан болатын. Жалпы білімге деген құштарлық - кез келеген сыныптағы балаға тән қасиет. Күн сайын жаңа бір нәрсені білуге ұмтылу - бала үшін зор қуаныш, үлкен мерей. Ал, В.Г.Лембергтің пікірінше, практикалық жұмыстарды ұйымдастыру мына шарттарға байланысты:

- жұмыстың мақсатын айқын түсінуі;
- жұмыстың жемісті аяқталуына оның алдағы нәтижесіне қызығуы;
- жұмысты еркімен, қалауымен орындауы.

Студенттің практикалық іс-әрекетін арттырудың тиімді құралдарының бірі - студенттің практикалық жұмысы мен өздігінен алу әрекеті. Практикалық жұмыс істеу іскерліктері мен дағдылары, сөзсіз, ой еңбегінің мәдениетімен байланысты. Білімді игеру барысында студент кездесетін қиыншылықтарды жеңуде табандылық, еске сақтау, кітаппен жұмыс, байқау және жазба жұмысын жүргізе білу, ой әрекеттерінің бірқатар тиімді тәсілдерін игеру, өзін бақылай білуі керек. Практикалық жұмысты ұйымдастырудың шарттары мыналар:

- оқытушының нақты тапсырмалар, нұсқаулар беруі;
- жұмысты орындаудың және аяқтаудың уақытын белгілеуі;
- оқытушының басқаруымен студенттің дербестігінің мөлшері;
- олардың жұмысты өз еркімен және қалауымен істеу, оған әсер ететін мотивтер.

Практикалық жұмысты оқытушының дұрыс басқара білуі және студенттің дербестік әрекетінің деңгейінің артып отыруы - осы жұмысты ұйымдастырудың негізгі белгілері болып табылады. Студенттердің дербестігінің даму деңгейіне қарай өз бетінше істейтін жұмыстарды репродуктивтік және шығармашылық деп арнайы екі топқа бөлуге болады. Студенттің практикалық әрекетінің нәтижесінде оның бойында мынадай қасиеттер қалыптасады:

1. Өз бетінше ойлану біліктері мен ізденімпаздығы.
2. Оқуға деген қабілетінің артуы.
3. Берілген білімді игеру ғана емес, оны жаңалап және тиімді игеру.
4. Басқа студенттердің түсіндірмелеріне сын көзбен қарау.
5. Өз ойының дербестігі.

Студенттің өз бетінше кітаппен жұмыс істеу, бақылау, жаттығу, эксперимент жүргізу іскерлігі мен дағдыларын қалыптастыру.

Репродуктивтік жұмыстарға - студенттің дайын үлгіге қарап жасайтын жұмыстары (көшіріп жазу, жаттығулар, оқытушының сұрақтарына жауап беру, оқулықтағы мәтінмен жұмыс істеу, сабақ үстінде орындаған тапсырмаға ұқсас тапсырманы үйде орындау т.б.) жатады. Студенттердің

практикалық жұмыстарының жоғарғы формасына олардың өз еркімен жаңа амал- тәсілдер қолданып жасайтын шығармашылық жұмыстары жатады.

Шығармашылық жұмыстар – студенттің өздігінен баяндама, модельдеу, көрнекі құралдар жасауы т.б. Практикалық жұмыс практикалық іскерлігі мен дағдыларын қалыптастыруда, болашақта білімді өз бетінше жинай алу қабілеттерін дамытуда жетекші рөл атқарады, ойлауды жандандырады және оқып үйренуде студенттердің жалпы іс-әрекетін арттырады. Студенттердің әртүрлі практикалық жұмыстары негізінде сабақтың нәтижесін және таным қабілеттерінің іс-әрекетін арттыруға болады. Студенттердің практикалық іс-әрекеті – оқуға қажетті білім мен дағдыны меңгеру және оларды өмірде, практикада пайдалана білуге, үйренуге студенттің істейтін саналы әрекеті. Оқыту процесінде студенттің іс-әрекеті екі түрлі сипатта болады: сыртқы және ішкі белсенділік.

Сыртқы белсенділік дегеніміз - студент әрекетінің сыртқы көріністері (белсенді қимыл қозғалыстары, оқытушыға зейін қойып қарауы, мимикасы т.б.) бірақ осы кезде ол басқа нәрсені ойлап отыруы да мүмкін. Студенттің ішкі іс-әрекеті – оның белсенді түрде ойлау әрекеті жатады. Студенттің практикалық жұмысы оқу материалдарын нығайта түсу, жаңа материалды игеру мақсатын көздейді.

Практикалық жұмысқа бейімдеу – студентті өзін-өзі дамытатын белсенді тұлға ретінде өзін тануға, практикалық дамуға, өзін бақылап бағалауға қабілетті, оқытушымен тең диалогтық қарым-қатынасқа түсе алатын тұлға ретінде қалыптастырушы фактор. Біздің пікірімізше студенттерді практикалық жұмысқа бейімдеу тиімді болу үшін мынадай шарттар керек:

- практикалық жұмыстың мәні мен қызметтері нақтыланып ашылуы;
- практикалық жұмысқа бейімдеуге арналған арнайы дидактикалық жүйе жасалынуы;
- тиімді қызмет ететін және дамытуға қабілетті арнайы жүйе анықталып практикалық сынақтан өтілуі.

Практикалық жұмыстың түпкі мақсаты студенттің оқу-практикалық тапсырмаларды өз бетінше орындауы арқылы өзінің оқу процесін жетілдіруі. Біз анықтаған жүйенің практикалық жұмыс блогына: практикалық әрекет, практикалық басқару және практикалық бағалау компоненттері жатады.

Практикалық әрекет блогының мақсатына практикалық жұмысқа бейімдеуді жүзеге асыратын әрекет қимылдарды студенттің өзінің таңдап алуы, оларды алдын-ала жоспарлауы жатады. Практикалық әрекет білім беру процесінің барлық кезеңдерін қамтуы тиіс, оның мақсатын айқындаудағы оқытушының миссиясы студенттің оқыту процесіндегі өзінің ролін мойындауына қажетті жағдайлармен қамтамасыз ету.

Айталық, практикалық бақылау әрекеттері жүйесі десек, практикалық әрекет оның бір бөлігі ретінде бірнеше қимылдардан тұрады: практикалық білім алуды жоспарлау, алған білімін жүйелеу, қорытындылау және түзетіп отыру, білімін реттеу, түзету, өзінің практикалық әрекетін біліміне сай жоспарлау жатады. Аталған компоненттер өзара тығыз байланысты біртұтас жүйені құрайды.

Практикалық бағалау толыққанды процесс ретінде белгілі бір мақсатта студенттің практикалық басқаруы және практикалық әрекеті аясында іске асады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Педагогика: педагогические теории, системы, технологии: Учеб. Для студ.высш. и сред.пед.заведений / С.А.Смирнов, И.Б.Котов, Е.Н.Шиянов и др.; Под ред. С.А. Смирнова. - 4-е изд., испр. - М.: Издательский центр «Академия», 2003.

[2] Абдуллина О.А. Общепедагогическая подготовка учителя в системе высшего педагогического образования: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов, слушателей Ин-та повышения квалификации преподавателей пед. дисциплин ун-тов и пед. ин-тов. - М.: Просвещение, 1984. -208 с.

[3] Лернер И.Я. Качество знаний учащихся. Какими они должны быть? М.: Изд-во Знание, 1980.

[4] Шкутина Л.А., Сарсекеева Ж.Е. Педагогические основы организации самостоятельной работы студентов в рейтинговой системе обучения (на примере учебной дисциплины «Педагогика»): Учебное пособие. Караганда: Изд-во «САНАТ-Полиграфия», 2005, -124 с.

Аскарова Г., Омарбекова Л.

Подходы к формированию практических навыков у студентов

Резюме. В статье рассматрива.тся подходы формирования практических навыков у студентов. Практические занятия ориентированы на решение задач как углубление, закрепление и конкретизацию знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы, формирование практических умений и навыков, необходимых в будущей профессиональной деятельности, развитие умений наблюдать и объяснять явления, развитие самостоятельности.

Ключевые слова: практические навыки, практические занятия, практическое применения, организация практических работ.

Askarova G., Omarbekova L.

Approaches of the formation of practical skills of students

Summary. In the article examinedapproaches of the formation of practical skills of students. Practical exercises are focused on problem solving as the deepening, strengthening and concretization of the knowledge gained in the lectures and in the process of independent work, formation of practical skills which needed in future careers, develop skills to observe and explain the phenomena studied, development of independence.

Key words: practical skills, practical exercises, practical application, the organization of practical work.

УДК 519.63; 519.684

А.А. Исахов, А.Р. Байтуреева
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан
e-mail: alibek.issakhov@gmail.com, abaitur@yandex.kz)

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ ВЕТРОВЫМИ ПОТОКАМИ АРХИТЕКТУРНЫХ ПРЕПЯТСТВИЙ

Аннотация. Учитывая высокий темп строительства в современных крупных городах, очень важно соблюдать сохранность естественной аэродинамики между зданиями. Для этого необходимо исследовать продуваемость пространства между архитектурными сооружениями, составив предварительный прогноз перед началом строительства. Самым оптимальным способом оценки является построение математической модели обтекания воздухом техногенного препятствия. В данной работе моделируется аэродинамика между двумя высотными зданиями. Построена и реализована математическая модель обтекания ветровыми потоками техногенных препятствий. В ходе проделанной работы были получены графики и исследованы существующие критерии расстояния между архитектурными объектами. Рассмотрены элементы программной реализации численного метода, расчетные алгоритмы для случаев нестационарного двухмерного течения. Приведены результаты тестовых расчетов и построены графики. Такая математическая модель позволяет в точности вычислить оптимальное расстояние между двумя зданиями, которое будет учитывать климатические особенности и позволит сохранить естественную продуваемость.

Ключевые слова: уравнение Навье–Стокса, метод крупных вихрей, метод расщепления по физическим параметрам, аэродинамика.

Введение

Повышенный темп строительства в современных крупных городах и, в частности, Алматы приводит к уплотнению архитектурных сооружений. За счет увеличения численности населения городов и в целях экономии пространства, в основном строятся высотные многоэтажные здания. Как следствие, это влечет за собой такие последствия, как нарушение естественной аэродинамики города, что в свою очередь приводит к повышенной загазованности города, скоплению тяжелых металлов в нижних слоях атмосферы, а также к нарушению местного климата. Строительные нормы и правила, используемые сейчас при строительстве и проектировании застроек, не содержат аэродинамических критериев и коэффициентов, указывающие оптимальную дистанцию между зданиями различной высоты. Расстоянием между зданиями и сооружениями считается расстояние в свету между наружными стенами или другими конструкциями. Вследствие чего, при проектировании закладываются расстояния между строительными объектами, которые не могут обеспечить свободного движения ветряного вихря, что приводит к нарушению естественного потока воздуха.

Математическая модель

Основой для построения математической модели обтекания ветровыми потоками техногенных препятствий являются уравнения Навье-Стокса, полученные из закона сохранения массы и второго закона Ньютона.

$$\nabla \cdot \vec{\upsilon} = 0$$
$$\frac{\partial \vec{\upsilon}}{\partial t} + \vec{\upsilon} \cdot \nabla \vec{\upsilon} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \Delta \vec{\upsilon} \quad (1)$$

Здесь $\vec{\upsilon}$ – вектор скорости, t – время, ρ – плотность, p – гидродинамическое давление жидкости, $\nu = \mu / \rho$ – молекулярная кинематическая вязкость.

Чтобы минимизировать количество расчетов и экспериментальных опытов и получить самую оптимальную картину течений, необходимо преобразовать все параметры (скорость потока, длина тела и т.д.) в безразмерные параметры [1,3 – 6].

Два потока являются динамически подобными, если определяющие течения безразмерные числа равны.

Обезразмеренные переменные описываются следующим образом [11 – 13]:

$$x_i^* = \frac{x_i}{L_0}, \quad t^* = \frac{\upsilon_0 t}{L_0}, \quad \upsilon_i^* = \frac{\upsilon_i}{\upsilon_0}, \quad p^* = \frac{p - p_0}{\rho \upsilon_0^2},$$

Отсюда уравнения движения жидкости и уравнение неразрывности (1) в безразмерном виде:

$$\frac{\partial \upsilon_i^*}{\partial t^*} + \upsilon_j^* \frac{\partial \upsilon_i^*}{\partial x_j^*} = \frac{1}{\mathrm{Re}} \frac{\partial^2 \upsilon_i^*}{\partial x_j^{*2}} - \frac{\partial p^*}{\partial x_i^*}$$
$$\frac{\partial \upsilon_i^*}{\partial x_i^*} = 0$$

Численный алгоритм

Рассмотрим уравнения Навье – Стокса в виде интегральных законов сохранения для произвольного фиксированного объема Ω с границей $d\Omega$ [5, 10]:

$$\int_\Omega \left(\frac{\partial Q}{\partial t} \right) d\Omega + \oint_{\partial\Omega} (F_i + G_i) n_i d\Gamma = 0 \quad (2)$$

Сеточные функции определяются в центре ячейки, а значения потоков через границу в дробных ячейках. Объем ячейки обозначим через сеточные функции. Теперь произведем дискретизацию уравнения (2) по контрольному объему (CV) и контрольной поверхности (CS)

$$\sum_{CV} \left(\frac{\Delta Q}{\Delta t} \right) \Delta\Omega + \sum_{CS} (F_i + G_i) n_i \Delta\Gamma = 0 \quad (3)$$

Аналогичная запись:

$$\sum_{CV} \Delta Q \Delta\Omega + \sum_{CS} \Delta t (F_i + G_i) n_i \Delta\Gamma = 0 \quad (4)$$

Для решения уравнения (4) используется схема расщепления по физическим параметрам. [2, 7-9, 12, 13] На первом этапе предполагается, что перенос количества движения осуществляется только за счет конвекции и диффузии. Промежуточное поле скорости находится 5-ти шаговым методом Рунге-Кутта. На втором этапе, по найденному промежуточному полю скорости, находится поле давления. Уравнение Пуассона для поля давления решается методом Якоби. На третьем этапе предполагается, что перенос осуществляется только за счет градиента давления.

I. $$\int_{\Omega}\frac{\vec{u}^{*}-\vec{u}^{n}}{\tau}d\Omega=-\oint_{\partial\Omega}(\nabla\vec{u}^{n}\vec{u}^{*}-\upsilon\Delta\vec{u}^{*})n_i d\Gamma$$

II. $$\oint_{\partial\Omega}(\Delta p)d\Gamma=\int_{\Omega}\frac{\nabla\vec{u}^{*}}{\tau}d\Omega$$

III. $$\frac{\vec{u}^{n+1}-\vec{u}^{*}}{\tau}=-\nabla p.$$

Граничные условия

Используется два типа граничных условий: Дирихле и Неймана. Для давления P на всех границах, кроме выхода используется граничное условие Неймана. Для компонентов скорости наоборот, граничное условие Дирихле. Здесь u_0 - входной профиль скорости.

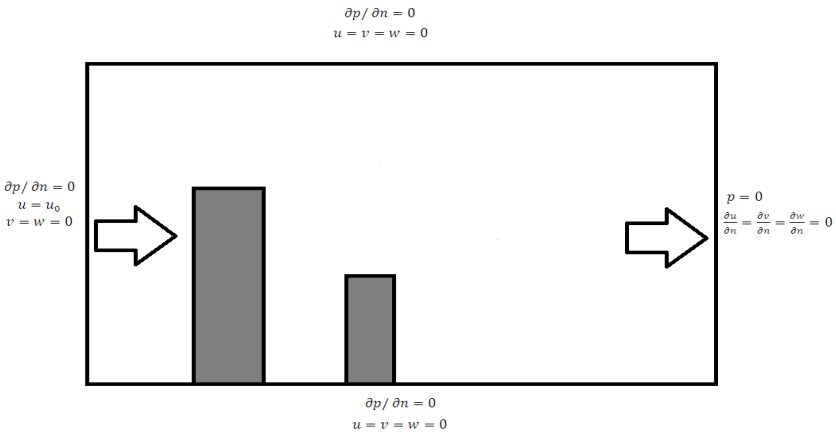


Рис. 1. Схема расставления граничных и начальных условий.

Расчетная сетка

Для проведения расчетов вычислительная область была поделена на *12* расчетных подобластей различных размеров. Каждая подобласть представляет собой сеточный блок, в котором содержится часть криволинейной, неравномерной, неструктурированной сетки. При создании сетки количество точек подобрано таким образом, чтобы при решении задачи не возникало осцилляции и результаты были корректными при больших значениях числа Рейнольдса. Таким образом, построенная вычислительная сетка содержит более 100 тысяч контрольных объемов. В интервале между зданиями и вблизи обтекаемых поверхностей зданий произведено сгущение вычислительной сетки. Это позволяет провести более точные вычисления. По мере удаления сетки от зоны вихря и обтекания, размеры контрольных объемов увеличиваются.

Результаты расчетов

Для опыта в качестве техногенных препятствий рассмотрены 9 этажное (27 м) и 5 этажное (15 м) здания. Ветровой поток условно движется со стороны высокого здания к низкому. В следующих моделях рассматривается штиль, согласно шкале скорости ветров Бофорта. Скорость этого ветра находится в промежутке от 0 до 0.2 м/с. Для нахождения оптимальной дистанции были использованы различные параметры, прописанные в СНиП РК 3.01-01-2002 [14] и в других нормативных документах [15].

На рисунках 2 – 10 проиллюстрированы результаты обтекания техногенных препятствий ветровыми потоками при различных дистанциях между зданиями (l=20; 25; 31; 35 м) и для различных скоростей ветра (v=0.1; 0.2 м/с).

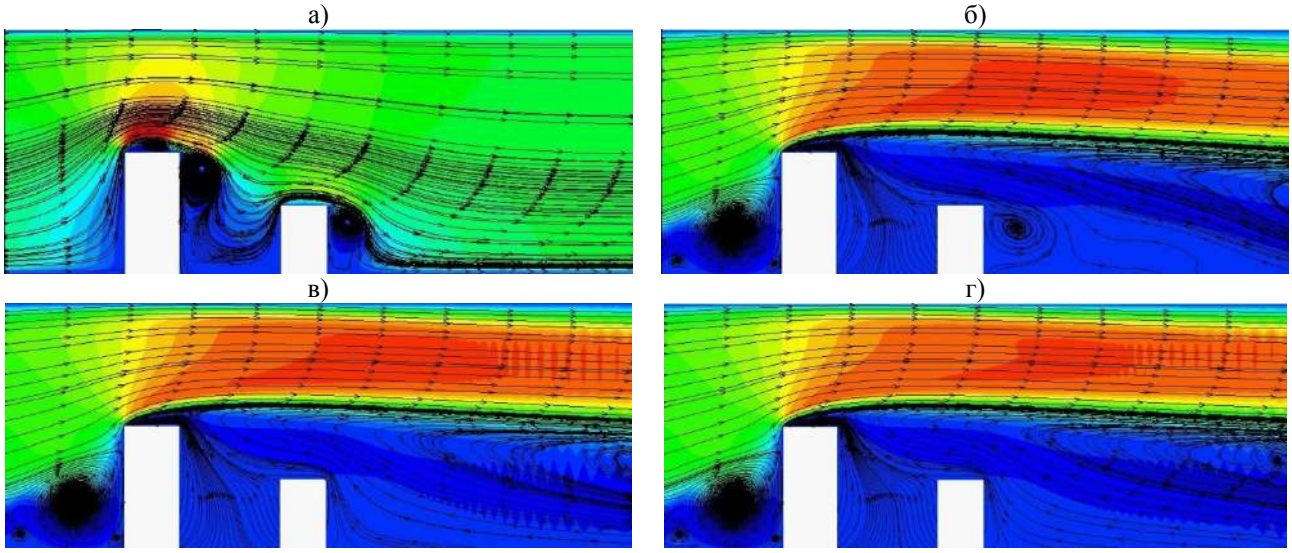


Рис. 2. Продольные компоненты скорости обтекания (v=0.1 м/с) техногенного препятствия с переменным током, рассчитанные с помощью DNS для дистанции l=20 (м) в разный момент времени (при t=0.001, t=0.5, t=1, t=2)

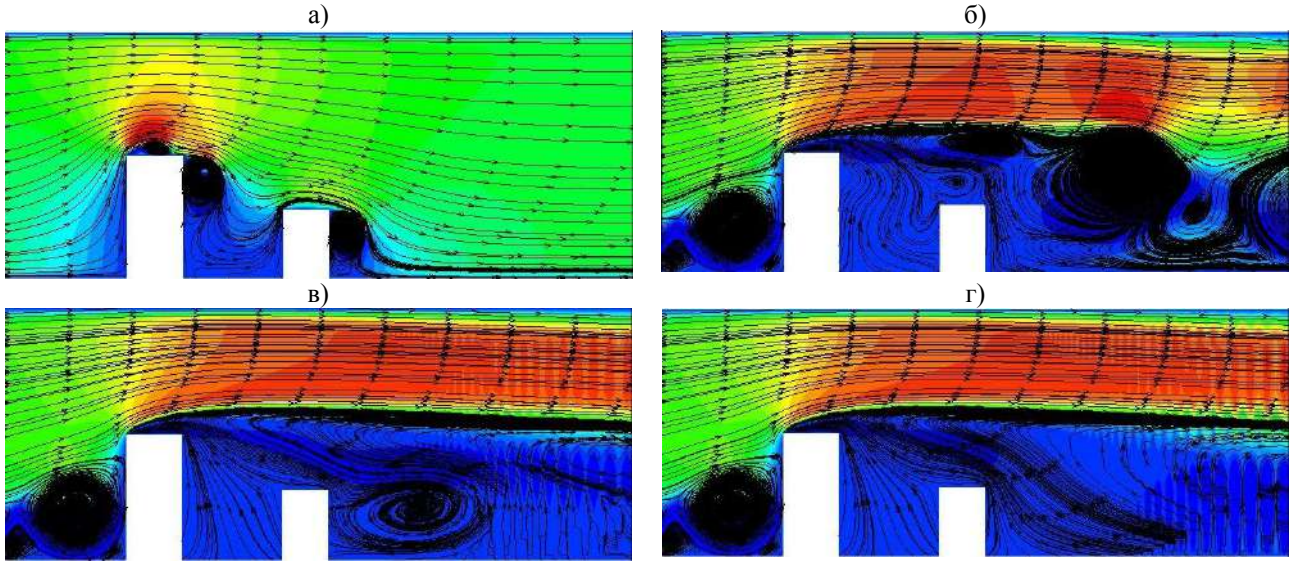


Рис. 3. Продольные компоненты скорости обтекания (v=0.2 м/с) техногенного препятствия с переменным током, рассчитанные с помощью DNS для дистанции l=20 (м) в разный момент времени (при t=0.001, t=0.5, t=1, t=2)

Согласно противопожарным требованиям, указанным в вышеуказанном документе [14], минимальное расстояние между домами высотой 4 этажа и более должно быть не менее 20 метров. Однако, построив данную модель, был получен результат, показывающий, что при таком расстоянии между зданиями не возникло ветряного вихря, следовательно, циркуляции воздуха в данном интервале не происходит.

В следующем случае к предыдущему значению была добавлена длина пристроек к зданиям (балконы, крыльцо и т.п.) и получено расстояние в 25 м. Результаты показали, что вихрь возникает в начальный момент, но с течением времени исчезает, т.е. продуваемость имеет непостоянный характер.

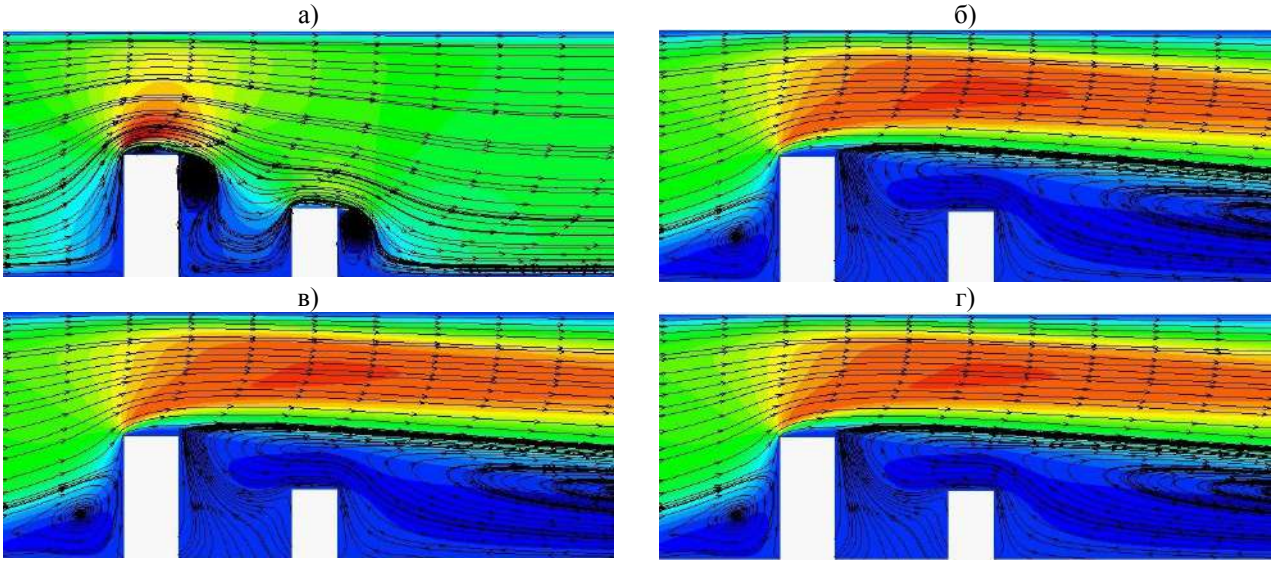


Рис. 4. Продольные компоненты скорости обтекания (v=0.1 м/с) техногенного препятствия с переменным током, рассчитанные с помощью DNS для дистанции l=25 (м) в разный момент времени (при t=0.001, t=0.5, t=1, t=2)

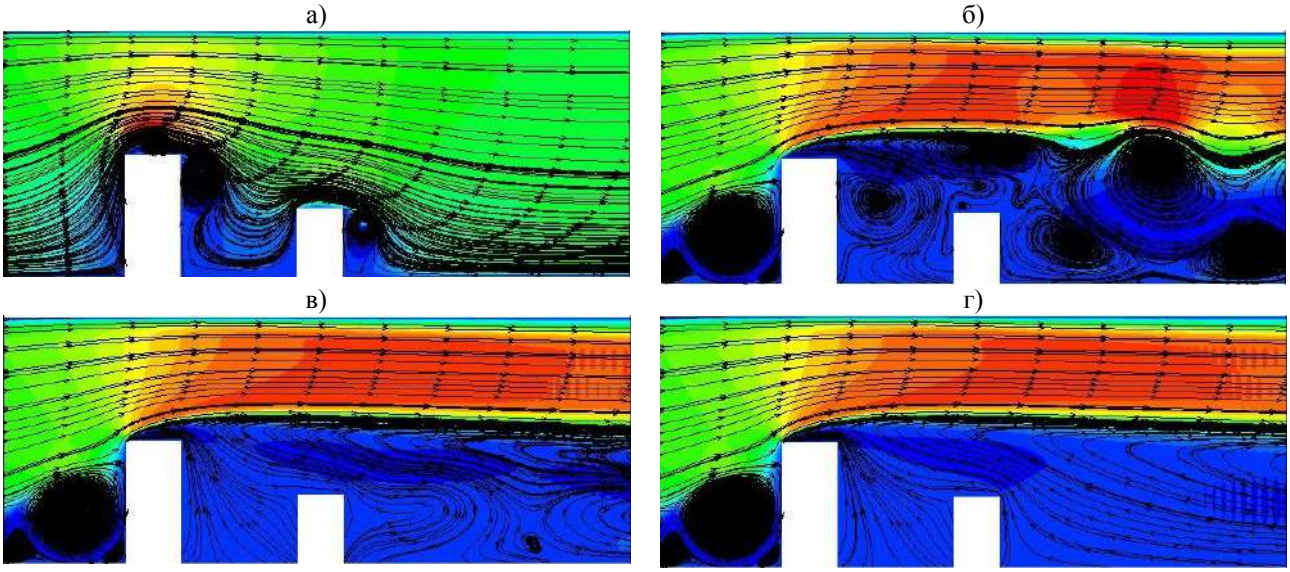


Рис. 5. Продольные компоненты скорости обтекания (v=0.2 м/с) техногенного препятствия с переменным током, рассчитанные с помощью DNS для дистанции l=25 (м) в разный момент времени (при t=0.001, t=0.5, t=1, t=2)

После этого был рассмотрен стандарт IBC (International Building Code), используемый в США, где дистанция между двумя зданиями вычисляется согласно следующей формуле [15]:

$$\delta_{MT} = \sqrt{(\delta_{M1})^2 + (\delta_{M2})^2}$$

где δ_{MT} -требуемая дистанция, δ_{M1}, δ_{M2} -высота первого и второго здания соответственно.

Полученная дистанция для имеющихся зданий была равна 31 м и удовлетворяла все нормам, указанным в республиканских стандартах. Данная модель также показала, что вихрь в заданной дистанции не возникает.

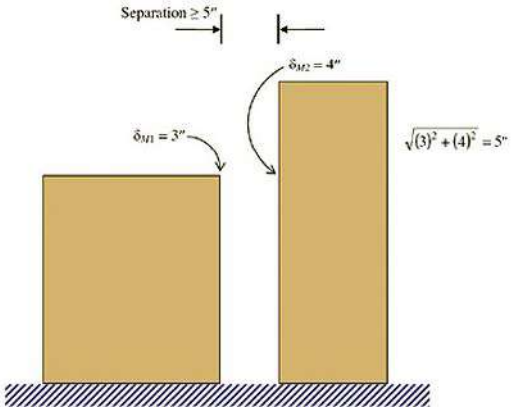
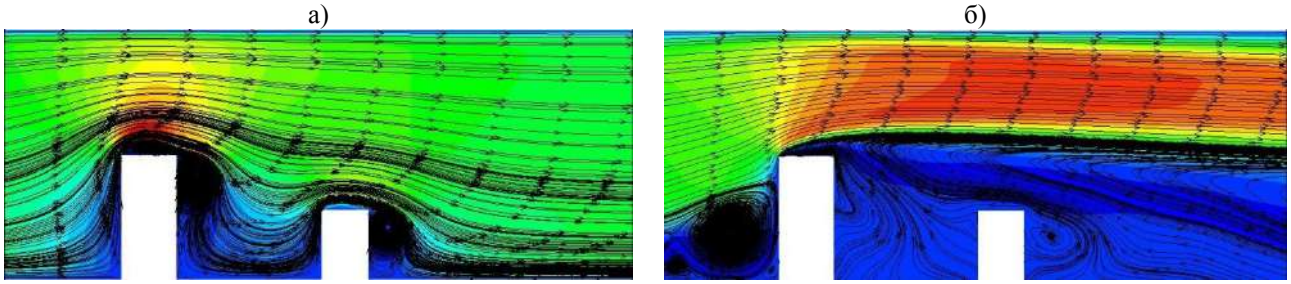


Рис. 6. Схема расчета дистанции между двумя высотными зданиями согласно IBC 2009 1613.6.7

а) б)



в) г)

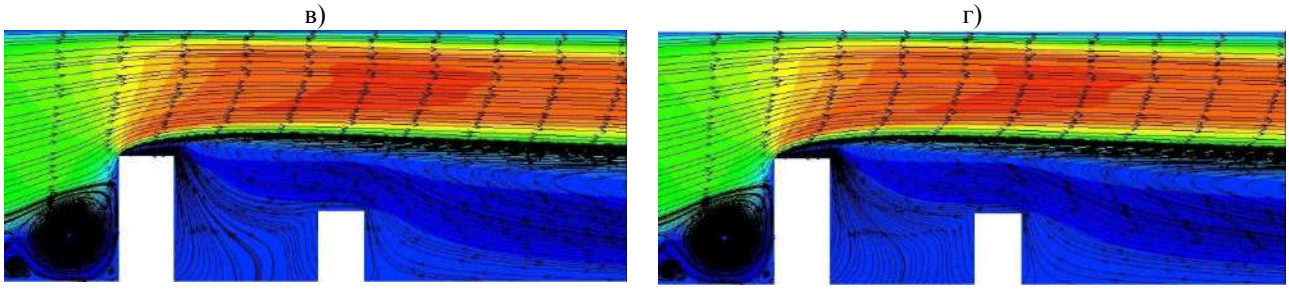
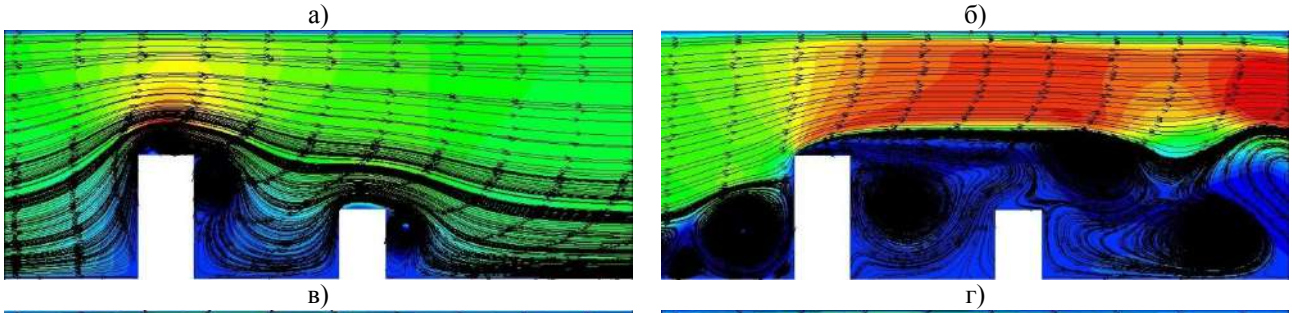


Рис. 7. Продольные компоненты скорости обтекания (v=0.1 м/с) техногенного препятствия с переменным током, рассчитанные с помощью DNS для дистанции l=31 (м) в разный момент времени (при t=0.001, t=0.5, t=1, t=2)

а) б)



в) г)

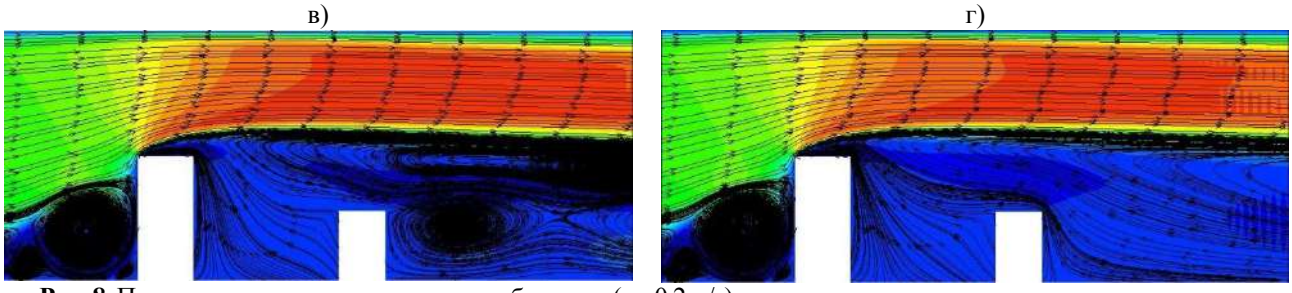


Рис. 8. Продольные компоненты скорости обтекания (v=0.2 м/с) техногенного препятствия с переменным током, рассчитанные с помощью DNS для дистанции l=31 (м) в разный момент времени (при t=0.001, t=0.5, t=1, t=2)

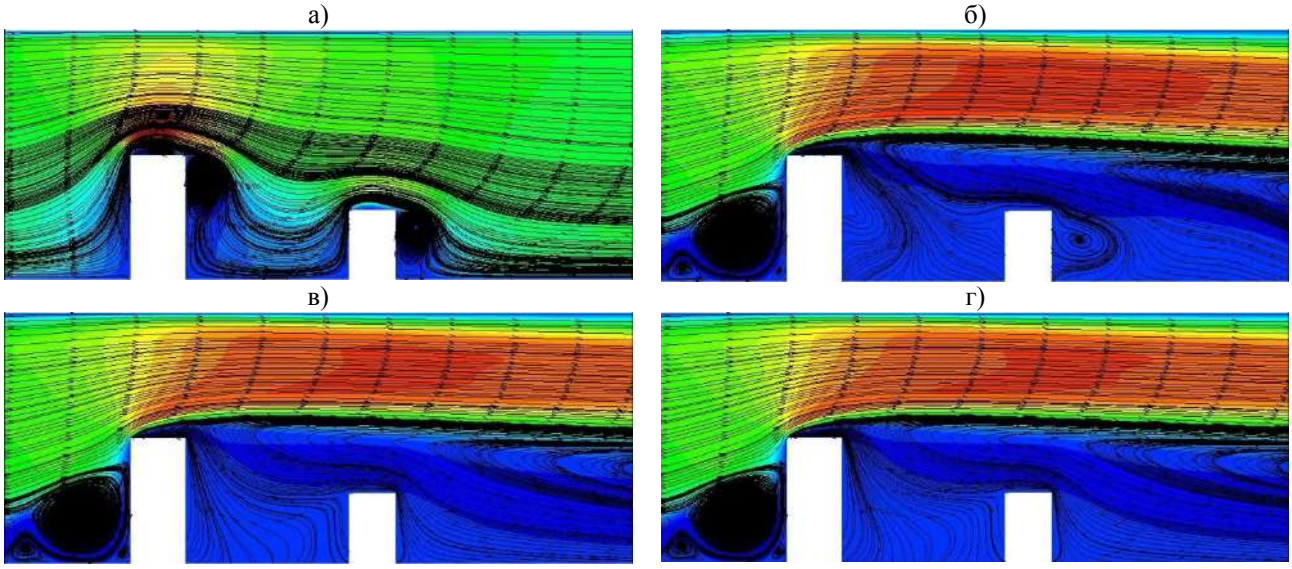


Рис. 9. Продольные компоненты скорости обтекания (v=0.1 м/с) техногенного препятствия с переменным током, рассчитанные с помощью DNS для дистанции l=35 (м) в разный момент времени (при t=0.001, t=0.5, t=1, t=2)

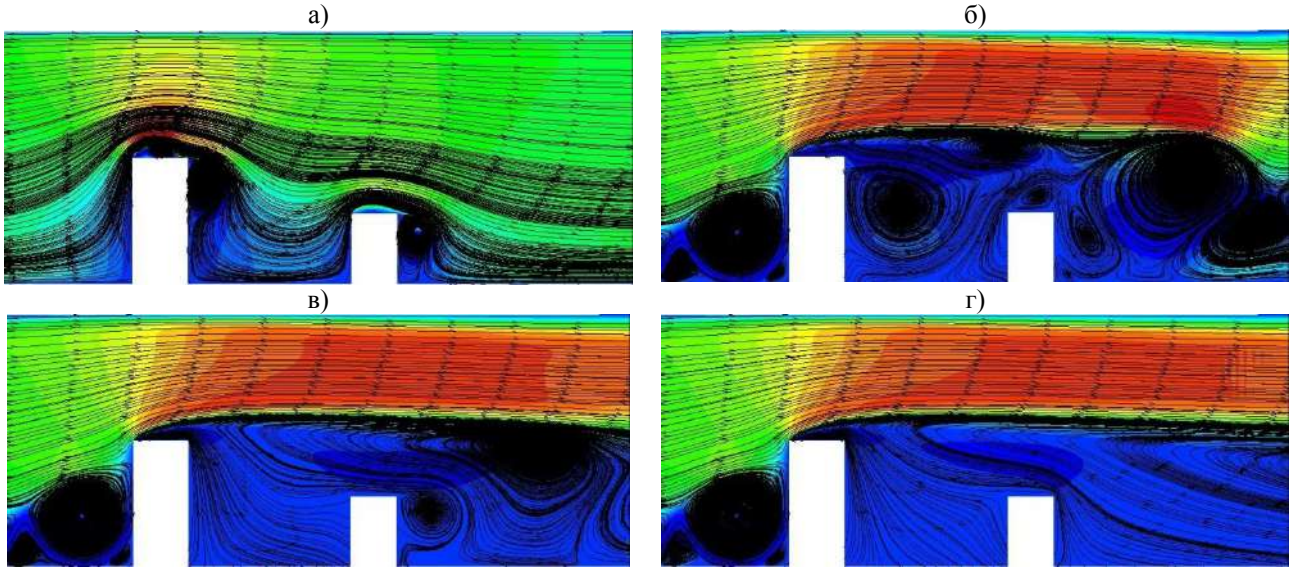


Рис. 10. Продольные компоненты скорости обтекания (v=0.2 м/с) техногенного препятствия с переменным током, рассчитанные с помощью DNS для дистанции l=35 (м) в разный момент времени (при t=0.001, t=0.5, t=1, t=2)

В следующем случае к предыдущему значению была добавлена длина пристроек к зданиям (балконы, крыльцо и т.п.) и получено приблизительное расстояние в 35 м.

Данная модель показала, что вихрь в промежутке возникает и поэтому естественная продуваемость между зданиями не нарушена.

Заключение

В процессе выполнения работы на основе полных двумерных уравнений Навье - Стокса была построена математическая модель обтекания ветровыми потоками техногенных препятствий.

Согласно данным, полученным в результате проведенного исследования, можно сказать, что действующие стандарты и правила для строительства не гарантируют необходимую аэродинамику местности.

Следует отметить, что преимуществами рассмотренного в работе подхода является возможность создать модель обтекания зданий ветровым потоком максимально приближенным к реальности, таким образом, заранее имея представление об оптимальности выбранного расстояния.

Это предотвращает вероятность расположения близко стоящих зданий, при котором будет нарушена естественная циркуляция воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Андерсон Д., Таннехил Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. М.: Мир, 1990. Т. 1. – 337 с.

[2] Белов И.А., Исаев С.А. Моделирование турбулентных течений: Учебное пособие. // СПб: БГТУ, 2001. – 105 с.

[3] Anderson J.D. Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications. 1995. p. 547

[4] Флетчер К. Вычислительные методы в динамики жидкостей. – Москва: Мир, - 1991., Т.2. – 552с.

[5] Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. – Москва: Наука, - 1978. – 592с.

[6] Роуч П. Вычислительная гидродинамика. – М.: Мир, 1972. 612 с.

[7] Issakhov A. Large eddy simulation of turbulent mixing by using 3D decomposition method. Issue 4 *J. Phys.: Conf. Ser.* 318. pp. 042051. 2011.

[8] Исахов А.А. Прямое численное моделирование (DNS) турбулентных течений с использованием параллельных технологии. Вестник КазНУ, – № 2(73) – С.81-91, - 2012.

[9] Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. // М.: ГИТТЛ, 2003.

[10] Chung T.J. Computational fluid dynamics. // CUP, 2002.

[11] Седов Л. И. Механика сплошной среды.— М.: Наука, 1970. — Т. 2. — 568 с.

[12] Исахов А. А., Абдибеков У.С., Жумагулов Б.Т. Основы математического и компьютерного моделирования естественно-физических процессов. // "Қазақ университеті" 2014г. 208стр.

[13] Исахов А.А. Математическая модель тепловой нагрузки на водную среду при различных эксплуатационных мощностях, Вестник КазНУ, № 2(81), с.52-61, 2014.

[14] СНиП РК 3.01-01-2002. 2.12* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских населенных пунктов. П.7. Параметры застройки жилых и общественно-деловых зон.

[15] The International Building Code (IBC), Section 1613.6.7. 2009.

Исахов А.А., Байтуреева А.Р.

Жел ағынының архитектуралық кедергілерді айналып өтуін сандық модельдеу

Түйіндеме. Қазіргі замандағы құрылыстың тез дамуын ескере отырып, ғимараттардың арасындағы табиғи аэродинамикасын сақтау өте маңызды. Бұл үшін архитектуралық ғимараттардың арасындағы жел қимылын зерттеп, құрылыс басталмай турып алдын ала болжам құру керек. Ауаның ағымының математикалық моделін құру ең оңтайлы әдіс болып табылады. Осы жұмыста екі биік ғимараттардың арасындағы аэродинамика зерттелінген. Техногендік кедергілерді жел ағыны айналып өткеннің математикалық моделі құрылды және іске асырылды. Атқарылған жұмыстың барысында графиктер алынды және сәулет объектілердің арасындағы қашықтық қазіргі критерийлері зерттелген. Сандық әдістің бағдарламалық іске асыруының элементтері және стационарлық емес екі өлшемді ағын жағдайлары үшін есептеу алгоритмдері қаралды. Тестілік есептеулердің нәтижелері келтірілген және графиктері құрылған. Мұндай математикалық модель климаттық ерекшеліктерді ескеріп және табиғи желдетуді сақтайтын екі ғимараттар арасындаға оңтайлы қашықтыны дәл есептеуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: Навье–Стокс теңдеулері, ірі құйындар әдісі, физикалық параметрлері бойынша ыдырату әдісі, аэродинамика.

Исахов А.А., Байтуреева А.Р.

Numerical simulation of wind flow around the architectural obstacles

Abstract. Taking into account the high rate of construction in the modern big cities, it is very important to save the natural aerodynamics between the buildings. It is necessary to explore the ventilation of space between architectural structures, making a preliminary prediction before construction starting. The most optimal way of evaluating is to build a mathematical model of air flow. In this paper considered the aerodynamics between two high-rise buildings. A mathematical model of the wind flow around obstacles was carried out.In this paper were studied existing criteria about the distance between architectural objects and obtained graphics. There were considered elements of program realization of a numerical method and the cases of non-stationary two-dimensional flow calculation algorithms. The results of test calculations and plot are presented. This mathematical model allows to precisely calculate the optimal distance between the two buildings, which will take into account the climatic features, and will preserve the natural ventilation.

Key words: Navier-Stokes equation, large eddy simulation method, splitting method, aerodynamics.

УДК 621.331

С.Н. Ахтанов, Д.Ж. Бурисова, А.Т. Исимова, А.А. Толегенова, А.А. Серикбаев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, sayataktanov@mail.ru)

СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТНОШЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ К ЭНТРОПИИ В СРЕДЕ MULTISIM

Аннотация. Работа посвящена обработки и реализацию нового метода определения отношения информации к энтропии, который является аналогом отношения сигнал/шум на основе информационно-энтропийного анализа. Разработка цифрового алгоритма определения отношения сигнал/шум при неопределенном уровне шума и моделирование электронной схемы для определения отношения сигнал/шум при неопределенном уровне сигнала и шума в среде Multisim.

Ключевые слова: Отношение сигнал/шум, отношение информации к энтропии, информационно-энтропийный анализ, дешифратор, счетчик, логарифматор, сумматор.

1. Введение

В современных радиотехнических системах для проверки качество канала в системах передачи информации основными параметрами являются дисперсия шума и отношение сигнал/шум ОСШ принятого сигнала. Радиотехнические устройства приемник и передатчик для эффективности и качественности телекоммуникационных узлов требует высокоточного оценивания ОСШ.

ОСШ (signal-to-noise ratio, кратко SNR) – безразмерная величина которая определяется отношением мощности полезного сигнала на мощность шума. Чем больше этот коэффициент тем легче выделять полезный сигнал от шумового сигнала[1, 2].

Одним из основных требований к каналу связи является качество связи, которое можно численно выразить через вероятность ошибок на бит BER (bit-error-ratio) или пакет PER (packet-error-ratio) передаваемой информации. Характеристики канала связи определяются видом несущего сигнала (узкополосный, широкополосный, СШП), способом модуляции несущего сигнала, типом приема (когерентный, некогерентный), характером распространения сигнала (дифракция, переотражения), шумами приемника и др. В свою очередь, от характеристик канала связи зависят минимальная чувствительность приемника, дальность действия и другие параметры системы связи [3-7]. Но основной характеристикой является отношение сигнал/шум, который определяется отношением мощности сигнала к мощности шума. При этом мощности сигнала и шума задается вручную. Поэтому требуется новый алгоритм, который определяет ОСШ при неизвестных уровнях мощности сигнала и шума.

Целью настоящей работы является схемотехническое моделирование отношения информации к энтропии в среде Multisim.

2. Теоретические основы и методика исследований

Методы определения сигнал/шум ОСШ требует что бы были известны уровни сигнала и шума. А цель данного исследование определить ОСШ для неопределенного уровня сигнала и шума на основе информационно-энтропийного анализа. Определяя информацию и энтропию сигнала на основе данного метода вычисляем полезную энергию сигнала и шума.

Информация сигнала вычисляетсы по формуле[8]:

$$I = -\sum_{i=1}^{N} \ln(p_i) \tag{1}$$

Энтропия сигнала:

$$S = -\sum_{i=1}^{N} p_i \ln(p_i), \tag{2}$$

здесь, i – номер ячейки, ОСШ находим по отношению информации сигнала к энтропии.

Отношение информации к энтропии (IER или η) определяется по формуле:

$$\eta = \frac{I}{S}. \tag{3}$$

Классический метод определения ОСШ:

$$SNR = 10\lg(\frac{\sigma_S^2}{\sigma_N^2}), \tag{4}$$

мұндағы σ_S^2 – дисперсия сигнала, σ_N^2 – дисперсия шума.

Если сравнить формулы (3) и (4), то видно, что вместо средней мощности сигнала выбрана информация, а вместо шума энтропия сигнала.

3. Экспериментальное моделирование отношение информации к энтропии сигнала в среде Multisim.

Для работы моделирования метода информационно-энтропийного анализа применили програмную среду Multisim. На уровне неопределенного сигнала и шума было разработано аналого-электронная схема определения ОСШ (рисунок 1).

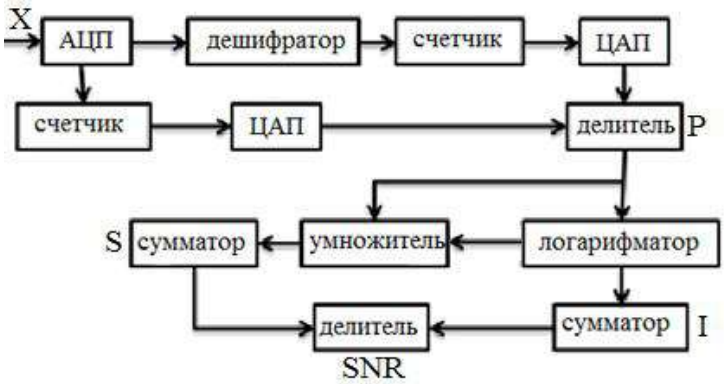


Рис. 1. Аналого-электронная схема определиния ОСШ для неопределенного уровня сигнала и шума

Аналого-электронная схема состоит из несколько субсистем: аналого-цифровой преобразователь (АЦП), дешифратор, цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), счетчик, логарифматор, сумматор, делитель, умножитель. Чтобы проверить работу моделированной схемы рассматривали синуоидальный сигнал.

На вход АЦП дали синусоидальный информационный сигнал, на выходе взяли цифровую информацию и с помощью дешифратора классифицировали информацию на уровни. Для определения число импульсов в каждом уровне дешифратора установлен счетчик, и в АЦП есть счетчик который определяет число общих импульсов. Счетчики соединены к цифро-аналоговый преобразователь. Таким образом расчитывалась мера информационной напряженности (мкВ, мВ, В) сигнала в каждом уровне и общего сигнала. И по их отношениями находились вероятностит (P_N). Это субсистема соединяется к логарифматору. Их сумма дает информационную величину (I) сигнала. Суммируя вероятности и их логарифмических значении получаем полную энтропию (S). А отношение информации сигнала к энтропии (I/S) является отношением сигнал/шум ОСШ.

Для определения отношения сигнал/шум (ОСШ) в среде Multisim составлен аналого-электронная схема состоящая из нескольких субсистем. Такими субсистемами являются: аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), дешифратор, сумматор, логарифматор, делитель и схемы умножения. Работа каждой субсистемы реализуется

последовательно и по информационно-энтропийному методу в уровне неопределенного сигнала и неопределенного шума позволяет определить отношение сигнал/шум.

На рисунке 2 показано аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) разработанный в среде Multisim применяемый в нашей экспериментальной части.

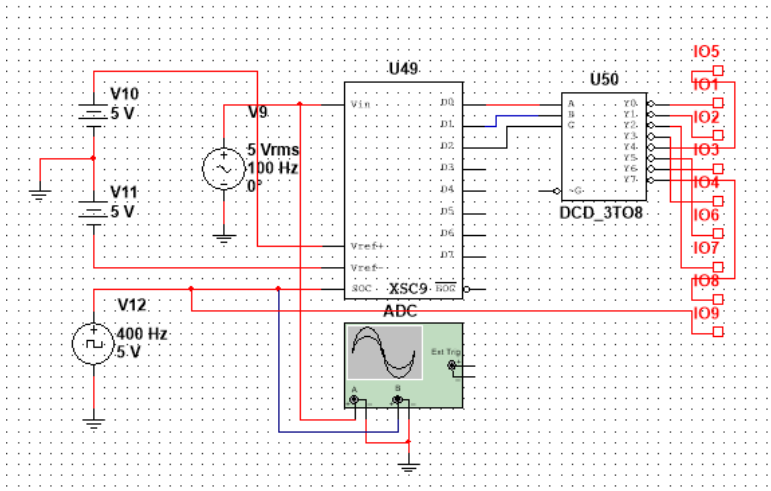


Рис. 2. Схема аналогово-цифровой преобразователя (АЦП).

В эксперименте мы использовали восьми битовый аналогово-цифровой преобразователь. Параметры синусоидального сигнала: значение амплитуды *5 В*, частота *f=100 Hz*. Частота дискретизации f_d*=400 Hz*. Чтобы хорошо посмотреть сигнал следует рассмотреть низкие частоты. Из восьми выходов начальных трех (*d0, d1, d2*) последовательно соединили с дешифратором. Таким образом классифицировали цифровой сигнал на уровни. На рисунке 3 показаны входные и выходные сигналы АЦП:

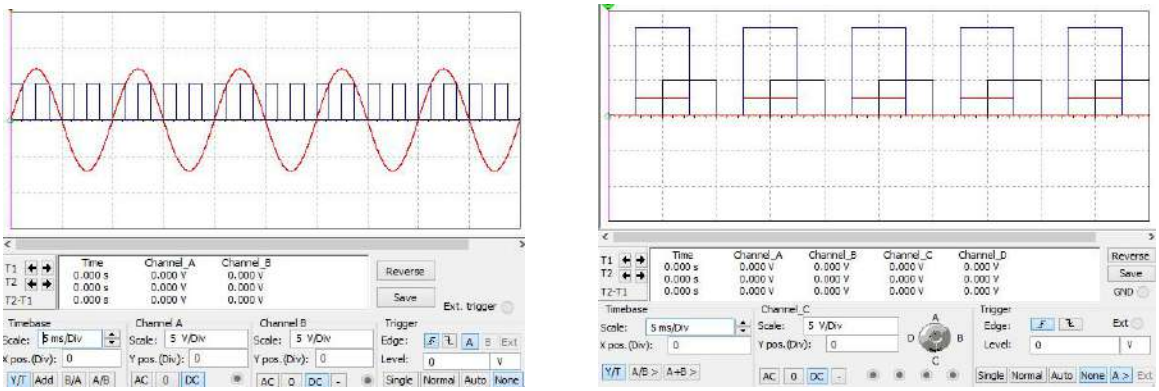


Рис.3. Входные и выходные сигналы АЦП

В цели проверки эксперимента сначала рассматривали синусоидальный сигнал. Как было сказано выше из восьми выходов АЦП применили начальных трех (*d0, d1, d2*). Тогда

результативный выходной сигнал преобразуемый в цифровой сигнал показан на рисунке 3.

Как мы видим на рисунке 2 выход АЦП последовательно соединен к дешифратору. На выходе АЦП цифровой код класифицируется на уровни через дешифратор DCD_3to8. Работы в следующих субсистемах реализуются с исследованием уровневых сигналов на выходе этого дешифратора.

Как показано на рисунке 4, на каждый выход дешифратора установлен счетчик и подан выходной сигнал. Он считает количество импульсов каждого уровня, в свое время счетчики соединены к ЦАП-у.

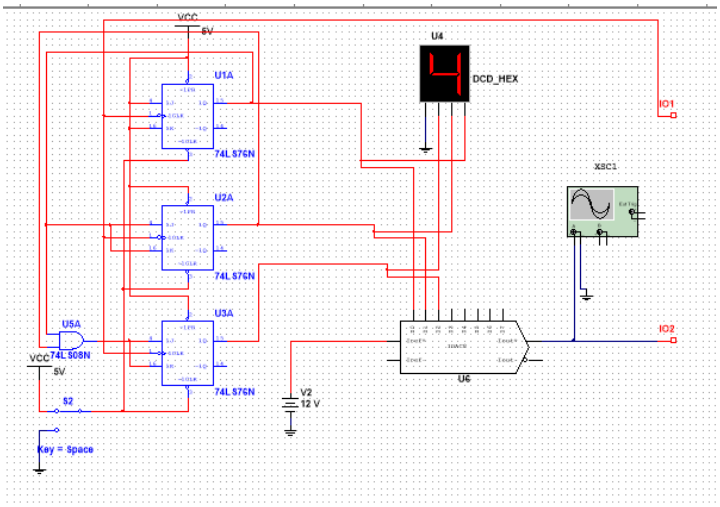


Рис. 4. Аналого-электронная схема восьмибитового счетчика

Таким образом, цифровые импульсы преобразуются в аналоговые и в результате определяем значения напряженности каждого уровня. Они пригодятся для расчета вероятности. Каждый счетчик является суммарным восьмибитовым счетчиком который собран на основе трех триггеров и логическим элементом. В соответствии с количеством поступивших импульсов счетчик считает от 0 до 7 и на девятом импульсе вернется в нулевое состояние. Эти счетчики расположены в субсистемах *counter1…counter8* общей аналого-электронной схемы.

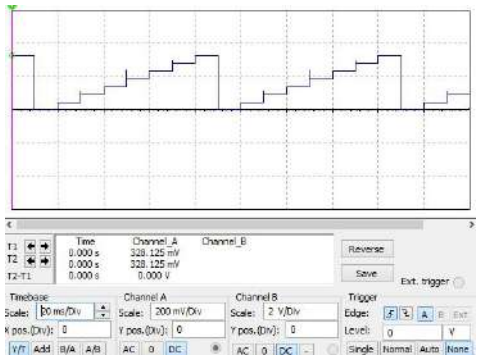


Рисунок 5. Аналоговый выходной сигнал восьмибитового счетчика

Все триггеры на выходе (Q1 - Q3) принимает нулевой уровень как начальное состояние, здесь цифровой код 000. Выход Q3 является большим разрядом. Чтобы привести всех триггеров на нулевое состояние их R входы соединены и к этим входам даны нужный уровень напряжения (импульс преобразующий триггеров на ноль). На вход C поступают тактические импульсы повышающие цифровой код на единицу, после поступления первого импульса триггер переходит в состояние 1 (код 001), после поступления второго импульса второй триггер переходит в состояние 1 а первый триггер переходит в состояние 0 (код 010), потом третьи и так будет продолжаться. В результате такое устройство применяет значение 2^3-1=7 и может считать до семи (код 111). Все триггеры когда на выходе устанавливается 1 дает сигнал что счетчик заполнен. После поступления следующего девятого импульса счетчик устанавливается в нулевое положение и начинает счет с начало. Таким образом рассматриваем сигналы в каждом уровне дешифратора. На его восемь выходов установлен восемь счетчиков и каждый из них соединен на цифро-аналоговый преобразователь. В том числе в АЦП установлен общий счетчик считающий начальные входные импульсы (Рисунок 5). Он находится на субсистеме *full count* общего аналогово-электронной схемы. Выход ЦАП дает значение сигнала с результатами напряжения.

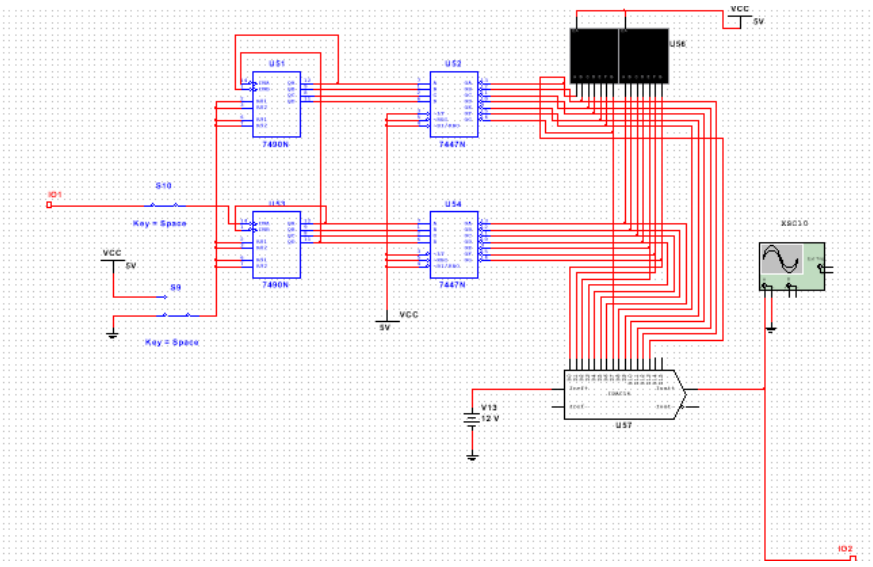


Рис. 6. Счетчик общих входных импульсов

На первом уровне по показанию счетчика на восемь импульсов выхода ЦАП соответствует сигнал от 0 до 328,125 мВ. В других уровнях получены такие же показания и вычислены вероятности, которые каждый из них взяли путем деления на результат полученного из общего счетчика. Схема делителя показано на рисунке 7. На основу схемы были взяты элемент *divider* в среде Multisim. В нем два входа *x, y* и один выход - $k * \frac{y}{x}$, здесь k-коэффициент выхода, в нашем случая он равен единице.

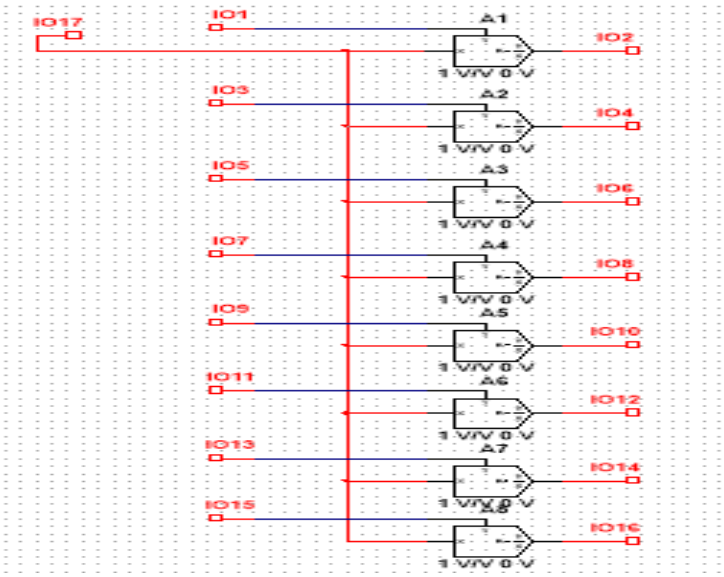


Рис. 7. Схема делителя

Здесь IO1, IO3, IO5, IO7, IO9, IO11, IO13, IO15 – энергии сигналов полученных от отдельных счетчиков, IO17 – энергия сигнала полученный из общего счетчика. Разделяя их IO2, IO4, IO6, IO8, IO10, IO12, IO14, IO16 выходов вычислили вероятности (P1…P8). Эти элементы собраны в субсистеме *P* общей аналого-электронной системы.

По схеме указанной на рисунке 7 опредилили вероятность и соединили его с логарифматором, сумма которых по формуле (1) дает информацию сигнала. Схема логарифматора показана на рисунке 8. Для выявления вероятностей P1…P8 использовали восемь таких схем (lnP1…lnP8) и опредилили сумму с помощью сумматора на основе ОУ как показано на рисунке 9.

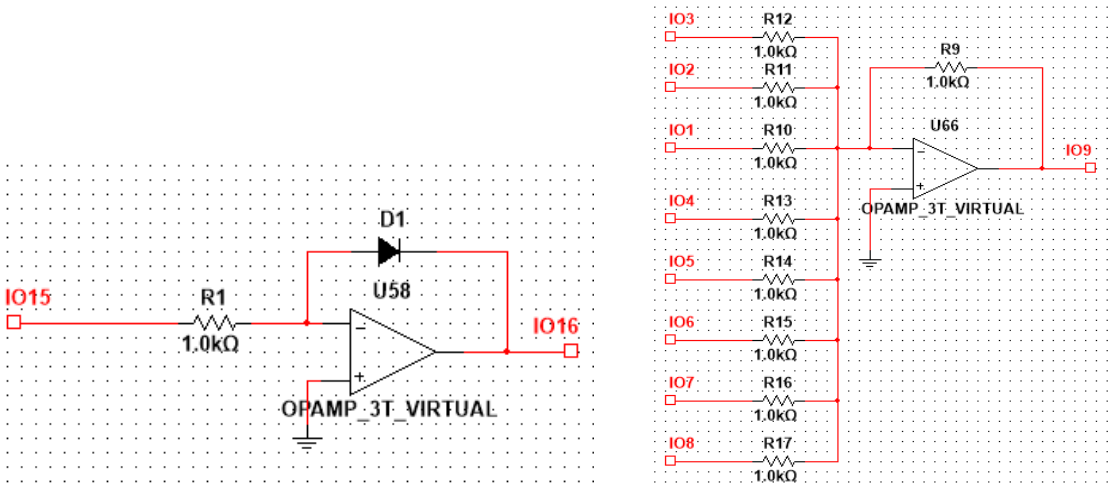


Рис. 8. Схемы логарифматора и сумматора на основе ОУ

Для определения энтропии сигнала, используя формулу (2), умножаем вероятность на логарифмическое значение и соединяем с сумматором. Схема определяющая энтропию сигнала показана на рисунке 9.

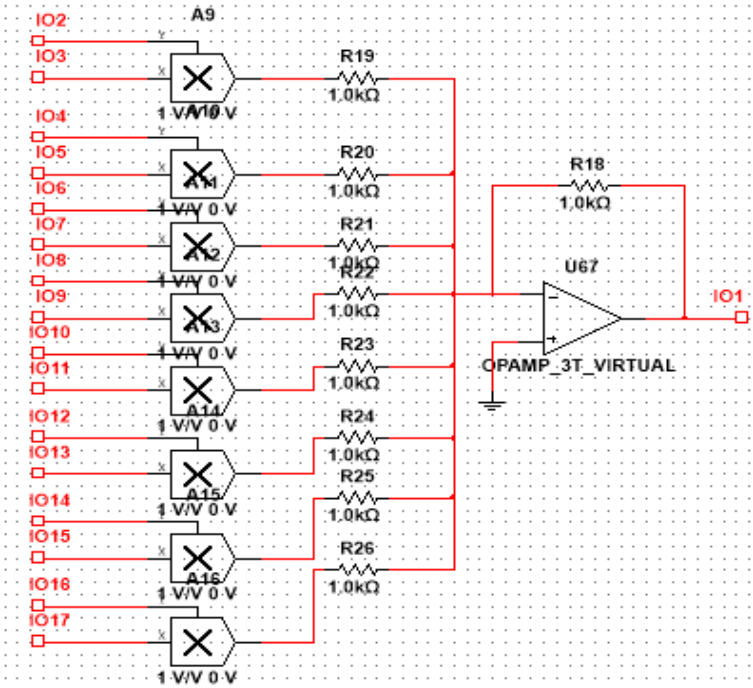


Рис. 9. Схема определяющая энтропию сигнала

Умножение выполняется с помощью элемента *multiplie*. При сборе платы для выполнения функции умножение/деление можно использовать различные элементы. Для вероятностей P1...P8 и логарафмических значении lnP1…lnP8 использовали восемь умножителей, соединили его с сумматором. Это сложение дает нам энтропию сигнала (S). Таким образом, вычислили отношение информации сигнала (I), вычисленную по формулам (1) и (2), на энтрапию сигнала (S). Полученный результат по новому методу, определение отношения сигнал/шум (SNR или η) по информационно-энтропийному анализу по формуле (3).

Чтобы проверить таблицу вместе синусоидальными сигналами рассматривались и другие сигналы. На рисунке 10 показано результаты эксперимента которые на вход АЦП дали сигнал *chirp voltage*.

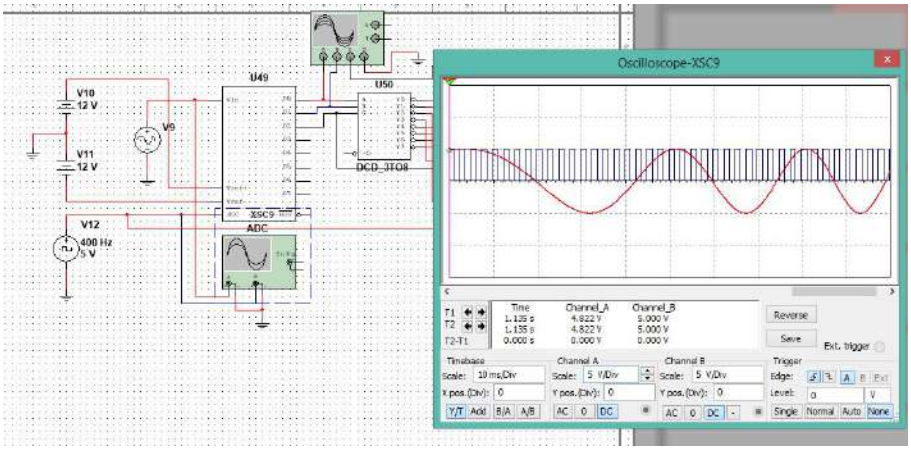


Рис. 10. АЦП и его входной сигнал

Когда на выход АЦП дали сигнал *chirp voltage* на выходе получили цифровой сигнал:

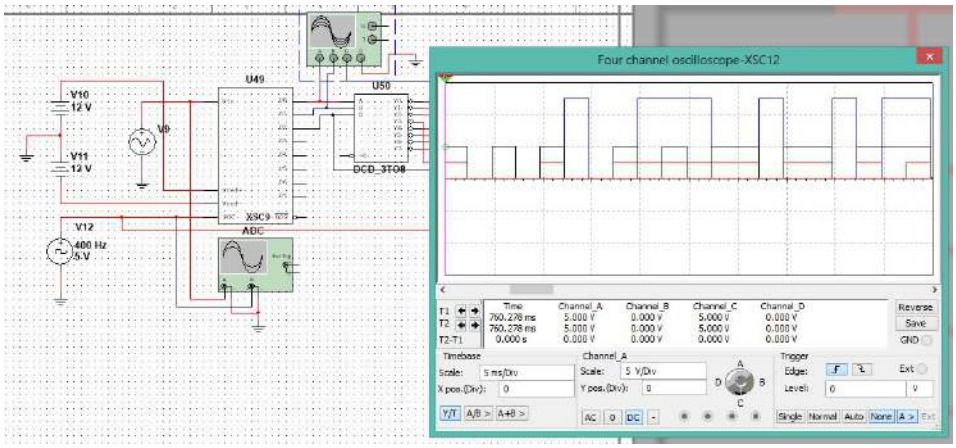


Рис. 11. АЦП и его выходной сигнал

На выход дешифратора установили счетчик и подан выходной сигнал. Он считает количество импульсов каждого уровня, в свое время счетчики соединены к ЦАП-у.

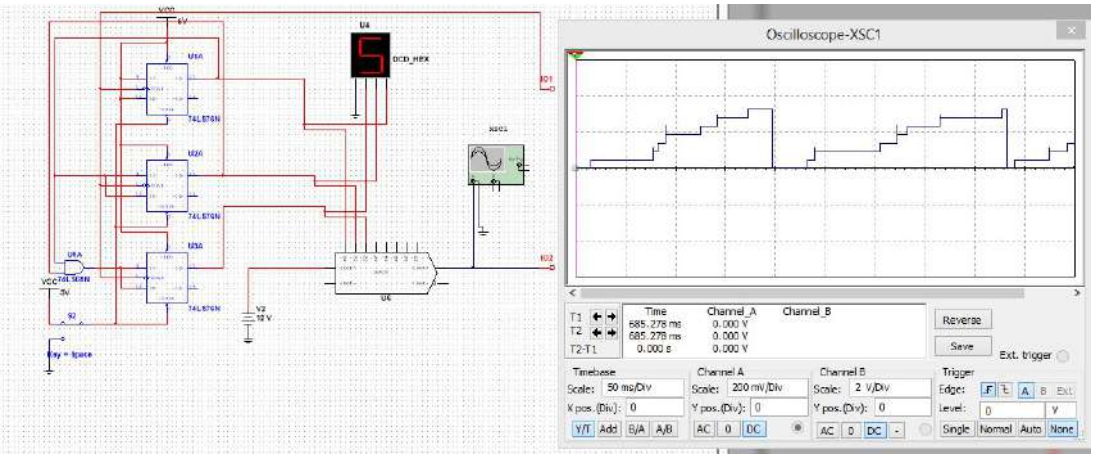


Рис. 12. Отдельный счетчик соединенный на выход дешифратора и выходной сигнал ЦАП

После этого мы вычислили числовой показатель ОСШ. Результаты показано на рисунке 13.

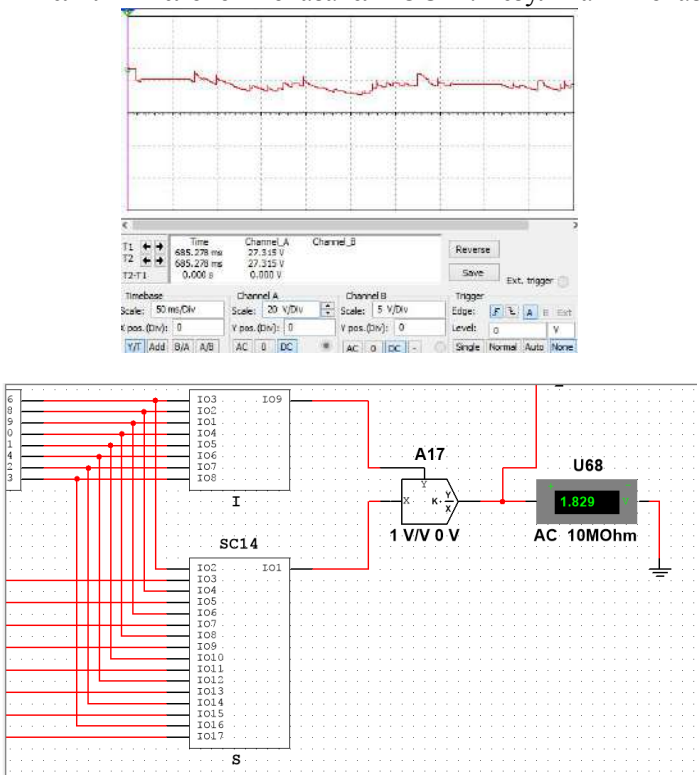


Рис. 13. Результативный сигнал и числовой показатель ОСШ

На рисунке 14 показано результаты эксперимента которые на вход АЦП дали синусоидальный сигнал и белый шум.

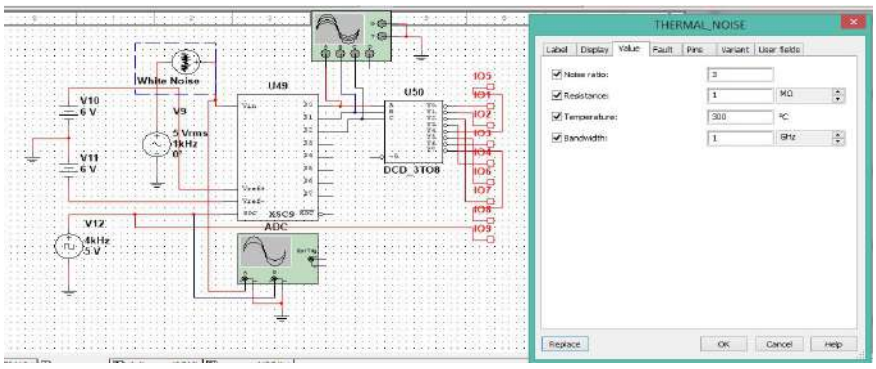


Рис. 14. Предоставляемый синусоидальный сигнал и белый шум на вход АЦП

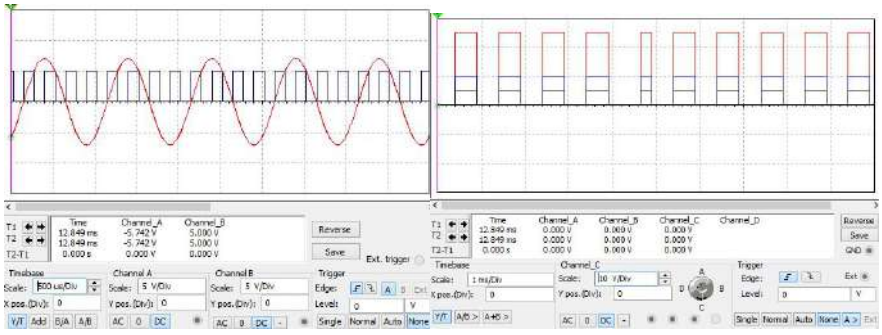


Рис. 15. Входные и выходные сигналы АЦП

Результаты эксперимента определения отношение сигнал/шум по информационно-энтропийному методу в уровне неопределенного сигнала и неопределенного шума показано на рисунке 16.

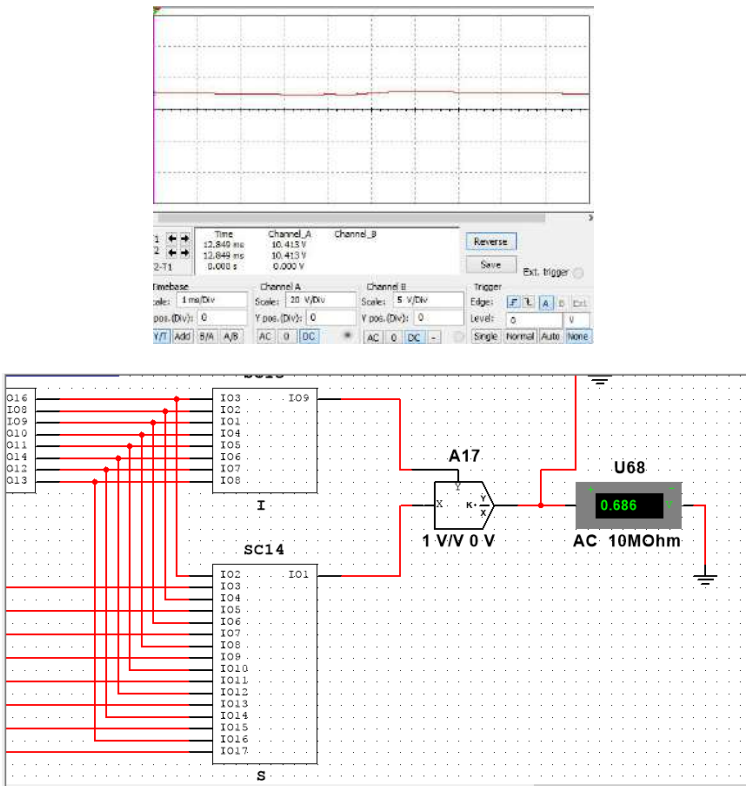


Рис. 16. Результативный сигнал и числовое показание ОСШ

Заключение

В данной работе разработан универсальный метод отношения информации к энтропии в среде Multisim, которое является аналогом отношения сигнал/шум (ОСШ). Который независит от вида, амплитуды и частоты сигнала и шума: оценить ОСШ в разных типах шума; определить ОСШ в каротких сигналах (длительность не болше 10 с); можно определить ОСШ в реальных режимах времени;

Основными результатами отношения сигнал/шум являются :

- Получен новый метод определения ОСШ на основе информационно-энтропийного анализа.
- По полученному методу на уровне неизвестного сигнала и шума построен аналого-электронная схема определения ОСШ в среде Multisim.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Adeel A., Yim Fun Hu, James M. Noras, Noise variance estimation for spectrum sensing in cognitive radio networks // AASRI Procedia.- 2014.-V. 9.-P. 37-43.

[2] Fei Qin, Xuewu Dai, John E. Mitchell, Effective-SNR estimation for wireless sensor network using Kalman filter// Ad Hoc Networks.- 2013.-Vol. 11, I. 3.- P. 944-958.

[3] Moazzeni T., Amei A., Ma J., Jiang Y., Statistical model based SNR estimation method for speech signals // Electronics Letters.- 2012.- V. 48(12).-P. 727-729.

[4] Djendi M., Scalart P., Reducing over- and under-estimation of the a priori SNR in speech enhancement techniques// Digital Signal Processing.- 2014.-V. 32.- P. 124-136.

[5] Shahid Manzoor, Varun Jeoti, Nidal Kamel, Muhammad Asif Khan, Novel SNR Estimation Teachnique In Wireless OFDM Systems// Int. J. of Future Generation Communication and Networking.- 2011.-Vol. 4, No. 4.-P.1-18.

[6] Kun Wang, Xianda Zhang, Blind noise variance and SNR estimation for OFDM systems based on information theoretic criteria// Signal Processing.- 2010.- Vol. 90, Issue 9.- P. 2766-2772.

[7] Stone J.V., Information theory: a tutorial introduction.- Sebtel Press,2015.-260p.

[8] Жанабаев З.Ж., Ахтанов С.Н., Информационная энтропия неоднородных динамических систем // Вестник КазНУ. Серия физическая.- 2013.-№ 2 (44).- С.57-67.

[9] Жанабаев З.Ж.., Ахтанов С.Н., Новый метод исследования бифуркационных режимов по реализации динамической системы // Вестник КазНУ. Серия физическая.-2013.- № 1 (44).-с.67-78.

Ахтанов С.Н., Бурисова Д.Ж., Исимова А.Т., Толегенова А.А., Серикбаев А.А.

Информацияның энтропияға қатынасын Multisim ортасында схемотехникалық модельдеу

Түйіндеме. Бұл жұмыста информациялық-энтропиялық анализ негізінде сигнал/шуыл қатынасын анықтайтын жаңа әдіс қарастырылған. Multisim ортасында сигнал/шуыл қатынасының аналогы болып табылатын информацияның энтропияға қатынасының әмбебап әдісі құрастырылды. Алынған әдіс бойынша белгісіз сигнал мен шуыл деңгейінде сигнал/шуыл қатынасын анықтаудың аналогты-электронды сүлбесі Multisim ортасында құрастырылған.

Кілттік сөздер-сигнал/шуыл қатынасы, информацияның энтропияға қатынасы, информация-энтропиялық анализ, дешифратор, санағыш, логарифматор, сумматор.

Akhtanov S.N., Burissova D.Zh., Issimova A.T., Tolegenova A.A., Serikbayev A.A.

Circuit simulation of information entropy ratio in modeling environment Multisim

Summary. This paper discusses a new method for determining the signal/noise ratio on the basis of information and entropy analysis. Designing an universal method of information to entropy ratio in modeling environment of Multisim, which is an analog signal / noise ratio (SNR). Upon receipt of the method at the level of the unknown signal and noise-built analog electronic circuit determining the SNR in modelling environment Multisim.

Key words-signal to noise ratio, information to entropy ratio, information and entropy analysis, decoder, counter, logarifmator, adder.

УДК 53.072; 53:681.3

[1]Т.А. Шмыгалева, [2]А.И. Купчишин, [2]Е.В. Шмыгалев, [1]Н.Е. Алтынбек, [1]Н.А. Каржау
([1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан
[2]Казахский национальный университет им. Абая, Алматы, Республика Казахстан,
shmyg1953@mail.ru)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАДИАЦИОННОГО ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ ИОНОВ И ЛЕГКИХ МИШЕНЕЙ

Аннотация. Работа выполнена в рамках каскадно-вероятностного метода, суть которого заключается в получении и дальнейшем использовании каскадно-вероятностных функций. Каскадно-вероятностная функция имеет смысл вероятности того, что частица, генерированная на некоторой глубине, достигнет глубины регистрации после определенного числа соударений. Получены закономерности поведения и нахождения области результата при расчетах каскадно-вероятностных функций в зависимости от числа взаимодействий и глубины проникновения частиц для различных налетающих ионов и легких мишеней. Выявлены закономерности поведения и нахождения области результата при расчетах концентрации радиационных дефектов при ионном облучении для легких мишеней. Результаты расчетов представлены в виде графиков и таблиц.

Ключевые слова: Ион, каскадно-вероятностная функция, вероятность перехода, мишень, концентрация, радиационные дефекты.

В работе находятся закономерности поведения области нахождения результата для различных налетающих частиц и легких мишеней при расчетах каскадно-вероятностных функций (КВФ) в зависимости от глубины проникновения и от числа взаимодействий, а также концентрации радиационных дефектов [1-5].

При расчетах КВФ на ЭВМ в зависимости от числа взаимодействий возникают следующие закономерности:

1. При малом атомном весе налетающей частицы и мишени и малых глубинах максимальное значение КВФ достигается примерно при h/λ. С увеличением глубины наблюдения область результата начинает смещаться влево от соответствующего h/λ и сужаться.

2. С увеличением атомного веса налетающей частицы область нахождения результата смещается влево относительно h/λ и сужается.

3. При большом атомном весе налетающей частицы максимальное значение КВФ смещается влево относительно h/λ уже при малых глубинах, а при больших глубинах результат находится в узкой области (меньше 1%, серебро, золото). Самая узкая область результата получается при большом атомном весе налетающей частицы и малой мишени на конце пробега и достигает сотых долей процентов. При этом время счета сильно растет. Например, для золота в кремнии при E_0 =1000 МэВ и h=0.001 см. область результата сужается до 0.09%. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Зависимость процента смещения левой и правой границ области результата от числа взаимодействий для золота в алюминии: а) E_0=1000 кэВ; б) E_0=800 кэВ; в) E_0=500 кэВ; г) E_0=200 кэВ; д) E_0=100 кэВ**

$h*10^5$, см	B_1,%	B_2,%	N_n	B_3,%
1	13,25	-9,7	280	3,55
2	23,35	-21	410	2,35
3	32,36	-30,76	595	1,6
4	41,14	-40,10	740	1,04
5	50,12	-49,41	800	0,71
6	59,92	-59,43	1000	0,49
7	71,70	-71,43	1320	0,27
8	89,24	-89,17	1800	0,07

а)

$h*10^5$, см	B_1,%	B_2,%	N_n	B_3,%
1	14,08	-11	360	3,08
2	24,93	-23,12	540	1,81
3	35,78	-34,65	720	1,13
4	47,09	-46,34	920	0,75
5	59,85	-59,42	1150	0,43
6	76,415	-76,23	1480	0,185

б)

$h*10^5$, см	B_1,%	B_2,%	N_n	B_3,%
10	19,86	-17,5	480	2,36
15	28,06	-26,06	595	2
20	36,30	-35,25	795	1,05
25	44,75	-44	860	0,75
30	53,84	-53,3	1070	0,54
35	64,225	-63,88	1270	0,345
40	77,432	-77,27	1490	0,162

в)

$h*10^5$, см	B_1,%	B_2,%	N_n	B_3,%
1	6,6	-1	230	5,6
4	16,28	-14	480	2,28
7	26,22	-24,85	680	1,37
10	35,99	-35,08	880	0,91
13	46,04	-45,45	1080	0,59
16	57,03	-56,66	1460	0,37
19	70,33	-70,12	1840	0,21

г)

$h*10^6$, см	B_1,%	B_2,%	N_n	B_3,%
10	7,6	-3,86	334	3,74
25	15,23	-13,21	550	2,02
40	22,96	-21,62	750	1,34
55	30,67	-29,7	980	0,97
70	38,52	-37,8	1180	0,72
85	46,75	-46,23	1400	0,52
100	55,72	-55,35	1500	0,37

д)

Аналогичные закономерности выявлены и при расчетах КВФ в зависимости от глубины проникновения с тем отличием, что область нахождения результата смещается вправо. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Зависимость процента смещения левой и правой границ области результата от глубины проникновения для золота в кремнии: а) E_0 = 1000 кэВ; б) E_0 = 500 кэВ; в) E_0 = 100 кэВ.**

$h*10^4$, см	h/λ, см	C_1,%	C_2,%	N_h	C_3,%
1	161053	-8,035	11	425	2,965
3	728805	-22,965	24,1	1200	1,135
5	1895427	-31,528	32,1	2750	0,572
7	4551380	-32,802	33	7500	0,198
9	13087291	-21,269	21,287	75000	0,018

а)

$h*10^4$, см	h/λ, см	C_1,%	C_2,%	N_h	C_3,%
1	419385	-14,16	15,85	750	1,69
2	1204988	-25,5	26,415	1600	0,915
3	2729393	-32,0515	32,51	3400	0,4585
4	6129971	-31,495	31,64	10000	0,145
5	17339549	-18,4049	18,4125	180000	0,0076

б)

$h*10^5$, см	h/λ, см	C_1,%	C_2,%	N_h	C_3,%
1	200374	-2,82	5,6	425	2,78
3	717637	-11,36	12,75	900	1,39
5	1451482	-18,865	19,765	1500	0,9
7	2523517	-25,265	25,860	2500	0,5950
9	4167361	-29,8925	30,295	4000	0,4025

в)

Нахождение области результата концентрации радиационных дефектов при ионном облучении позволило выявить следующие закономерности:

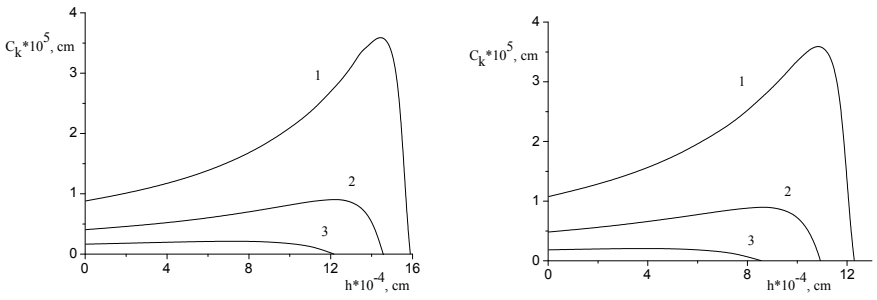
1. С увеличением атомного номера налетающей частицы интервал области результата значительно смещается вправо и увеличивается, значение концентрации в точке максимума и сами значения концентраций сильно увеличиваются.

2. При большом атомном весе налетающей частицы и малом мишени очень сильно возрастает время счета и достигает нескольких часов.

3. В зависимости от глубины проникновения начальное и конечное значения числа взаимодействий увеличиваются, интервал области результата (n_0 n_1) также увеличивается и смещается вправо.

4. С увеличением атомного номера налетающей частицы интервал области результата значительно смещается вправо и увеличивается, значение концентрации в точке максимума и сами значения концентраций сильно увеличиваются.

Результаты расчетов представлены на рисунке 1 и в таблицах 3-6.



а) б)

Рис.1. Зависимость концентрации радиационных дефектов от глубины при облучении кремния ионами серебра при: а) E_0=1000 кэВ, E_c=50 кэВ (1), 100 кэВ (2), 200кэВ (3); б) E_0=800 кэВ, E_c=50 кэВ (1), 100 кэВ (2), 200кэВ (3).

Таблица 3. **Границы области определения концентрации радиационных дефектов для серебра в алюминии при E_c=50 кэВ и E_0=1000 кэВ**

$h*10^4$, см	$C_к$, см	E_0, кэВ	n_0	n_1
0,1	67601	1000	870	1473
1,4	79757	900	16580	18907
2,7	94624	800	35867	39246
4,1	114948	700	61332	65725
5,4	139418	600	90670	95996
6,7	171959	500	127557	133867
8,0	216859	400	175480	182850
8,6	242919	350	202883	210843
9,3	281626	300	240936	248013
9,7	302659	260	266522	273816
10,2	333011	220	303789	311592
10,7	361202	180	349045	357687
11,2	363278	140	406119	415104
11,7	2504981	100	482481	

Таблица 4. **Границы области определения концентрации радиационных дефектов для серебра в алюминии при E_c=50 кэВ и E_0=800 кэВ**

$h*10^4$, см	$C_к$, см	E_0, кэВ	n_0	n_1	τ
0,1	123479	800	1764	2298	1'
1,3	139491	700	28635	31023	16'
2,7	164055	600	66180	96775	35'
4	194598	500	108651	113280	1ч14'
5,3	247048	400	161900	167491	1ч13'
5,9	261734	350	191602	197757	2ч02'
6,5	290556	300	225987	232644	3ч18'
7	318379	260	259308	268309	3ч35'
7,5	348049	220	298375	306064	4ч13'
8	374531	180	345488	354674	4ч54'
8,5	131330	140	404683	410074	6ч04'
9	261076	100	484084	496084	11ч29'
9,3	-182695	70	548813	562046	16ч39'

Таблица 5. **Границы области определения концентрации радиационных дефектов для серебра в алюминии при E_c=50 кэВ и E_0=500 кэВ**

$h*10^4$, см	$C_к$, см	E_0, кэВ	n_0	n_1	τ
1	225066	500	36766	39518	4'
1,3	229035	400	49650	52790	17'
1,9	254552	350	78303	82811	37'
2,5	284401	300	111701	116432	55'
3	313325	260	144295	149685	1ч44'
3,5	344289	220	182739	188852	1ч55'
4	372148	180	229360	235925	2ч40'
4,5	376119	140	288241	295656	3ч48'
5	261693	100	367596	375989	5ч14'
5,3	-183417	70	432486	442235	7ч06'

Таблица 6. **Границы области определения концентрации радиационных дефектов для серебра в алюминии при E_c=50 кэВ и E_0=200 кэВ**

$h*10^4$, см	$C_к$, см	E_0, кэВ	n_0	n_1	τ
0,1	352284	200	8122	9458	2'
0,5	371087	160	48190	52188	38'
1	352483	120	115183	121314	2ч30'
1,5	35849	80	213407	219927	5ч22'
1,6	-20076	70			6ч39'

ЛИТЕРАТУРА

[1] Э.Г. Босс, А.А.Купчишин, А.И.Купчишин, Е.В. Шмыгалев, Т.А.Шмыгалева. Каскадно-вероятностный метод, решение радиационно-физических задач, уравнений Больцмана. Связь с цепями Маркова. Монография. Алматы.: КазНПУ им. Абая, НИИ НХТ и М КазНУ им. аль-Фараби. 2015. – 388 с.

[2] Динс Дж., Винийард Дж. Радиационные эффекты в твердых телах. – М.: ИЛ, 1960. – 243с.

[3] Буренков А.Ф., Комаров Ф.Ф., Кумахов М.А., Темкин М.М. Таблицы параметров пространственного распределения ионно-имплантированных примесей. – Минск:Изд. БГУ им. Ленина, 1980. – 352с.

[4] Magruder III R.H. and Zuhr R.A. Modification of the optical properties of Ag nanoclusters by sequential implantation of Sc(Ti) and O in silica. // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. –1998. - V.141. - P. 256–260.

[5] Ila D., Williams E.K., Sarkisov S. at al. Formation of metallic nanoclusters in silica by ion implantation. // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. – 1998. - V.141. - P.289–293.

Шмыгалева Т.А., Купчишин А.И., Шмыгалев Е.В., Алтынбек Н.Е., Қаржау Н.Ә.

Жеңіл нысаналардағы радиациялық ақау түзуші үдерістерді ЭЕМ-де модельдеу

Аңдатпа. Бұл жұмыс каскадты-ықтималдық функцияның алыну мен алдағы қолдану тұжырымдамасының мәнісі, каскадты-ықтималдық әдісі шеңберінде жасалған. Егер біршама тереңдікте түрлендірілген бөлшектің белгілі бір соқтығысуынан кейін тіркеу тереңдігіне жетсе, каскадты-ықтималдық функциясының ықтималдық мағынасы бар болады. Каскадты-ықтималдық функциясының өзара әрекеттесу сандарына және әр түрлі соқтығысқан иондардың және жеңіл нысаналарға арналған бөлшектерінің енуінің тереңдігіне байланысты есептеу арқылы нәтиже аудандарын табылуы мен әрекеттерінің заңдылықтары алынды. Жеңіл нысаналарға арналған иондық сәулеленуі арқылы радиациялық ақаулардың шоғырлануын есептеуі арқылы нәтиже аудандарының табылуы және әрекеттерінің заңдылықтары анықталды. Есептеу нәтижелері графиктер және кестелер түрінде көрсетілген.

Түйінді сөздер: Ион, каскадты-ықтималдық функция, өту ықтималдығы, нысана, шоғырлану, радиациялық ақаулар.

Shmygaleva T.A., Kupchyshyn A.I., Shmygalev E.V., Altynbek N.E., Karzhau N.A.

Computer model operation of parameters of the radiation defect formation of ions and mild target

Summary. The work is performed within a cascade-probability method which essence consists in receiving and further use of cascade-probability functions. The cascade probability function makes sense to probability that the particle generated at some depth will reach filing depth after particular number of impacts. Regularities of behavior and finding of area of result when calculating cascade-probability functions depending on number of interactions and a depth of penetration of particles for various flying ions and mild targets are received. Regularities of behavior and finding of area of result when calculating concentration of radiation defects at ionic radiation for mild targets are revealed. Results of calculations are presented in the form of schedules and tables.

Key words: Ion, cascade-probability function, transition probability, target, concentration, radiation defects.

УДК 517.547.7

К.А. Бегимова, Д.Т. Зиятбек
(Әл Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қаласы, Республика Қазақстан
minor_90@mail.ru)

ЖАЛПЫЛАНҒАН ФУНКЦИЯЛАР КЕҢІСТІГІНДЕ ВЕКУА-КАРЛЕМАН ТЕҢДЕУІНІҢ ШЕШІМДІЛІГІ

Андатпа. Жалпыланған функциялардың D' және S' кеністіктерінде Карлеман-Векуа тендеуінің шешімділігі қарастырылған. С.М. Никольский H – классында, яғни регуляр жалпыланған функциялар үшін көрсетілген тендеудің Фредгольмдік шешімділігі дәлелденген. Коэффициенттері тұрақты болатын Карлеман-Векуа тендеуі шешімінің Фурье түрлендіруі табылған. Бұдан шешімнің өзі де S' классында жататыны шығады. Карлеман-Векуа тендеуі жалпыланған функциялар кеністігінде көрсетілген жағдайларда бірінші рет қарастырылған.

Түйін сөздер: Жалпыланған функциялар кеңістігі, Фурье түрлендіруі, Векуа-Карлеман теңдеуі, фундаменталь шешім, жалпыланған шешім.

1. $C^\infty(R^n) - R^n$- де шексіз дифференциалданатын функциялар жиыны болсын. $D = D(R^n)$ шексіз дифференциалданатын финитті функциялар жиыны.

D жиынында жинақтылық келесі түрде анықталады:
$\{\varphi_k\} \subset D\ (k = 1,2,...)$ функциялар тізбегі $\varphi\ (\in D)$ функциясына жинақталады дейді, егер
а) $R > 0$ саны табылып, $supp\ \varphi_k\ (\forall k)$ радиусы R болатын U_R - шарында жатса,
б) әрбір $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_n)$ үшін

$$D^\alpha \varphi_k(x) \rightrightarrows D^\alpha \varphi(x), \qquad k \to \infty, \qquad x \in R^n$$

бірқалыпты жинақты болса.

Сызықтық D жиыны енгізілген жинақтылықпен D негізгі функциялар кеңістігі деп аталадаы. D кеңістігінде анықталған сызықты үзіліссіз функционал жалпыланған функция деп аталады, ол (f, φ) деп белгіленеді.

Сонымен, f жалпыланған функциясы

1) сызықтық функционал, яғни егер $\varphi \in D, \psi \in D$ және λ, μ комплекс сан болса, онда

$$(f, \lambda\varphi + \mu\psi) = \lambda(f, \varphi) + \mu(f, \psi)$$

2) $f - D$кеңістігінде үзіліссіз функционал. Яғни, егер $\varphi_k \to 0, k \to \infty$, онда $(f, \varphi_k) \to 0, k \to \infty$.

D кеңістігінде анықталған жалпыланған функциялар кеңістігі D' деп белгіленеді және жинақтылық төмендегідей анықталады:

D'- тан алынған $f_1, f_2, ...$ функцияларының тізбегі $f \in D'$ функциясына жинақталады дейді, егер кез-келген $\varphi \in D$ үшін $(f_k, \varphi) \to (f, \varphi),\ k \to \infty$ болса, оны қысқаша $f_k \to f, k \to \infty$ деп жазамыз.

Осы D' кеністігінде комплексті түрде жазылған Карлеман-Векуа тендеуін қарастырайық

$$Lw \equiv \frac{\partial w}{\partial \bar{z}} + A(z)w + B(z)\overline{w} = F(z) \tag{1.1}$$

мұндағы A, B тендеудің коэффициенттері, F – тендеудің оң жағы берілген функциялар $z = x + iy$, $\frac{\partial}{\partial \bar{z}} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial}{\partial x} + i\frac{\partial}{\partial y}\right)$- жалпыланған туынды. Берілген (1) тендеуді D' кеністігінде кез келген $\varphi \in D$ үшін орындалатын

$$(Lw,\varphi)=(F,\varphi)$$

тендігі ретінде түсіну керек.

$Lw=\dfrac{\partial w}{\partial\bar z}$ операторының фундаменталь шешімі деп

$$Lw\cdot\Im=\delta(z)$$

тендеуің қанағаттандыратын $\Im\in D'$ функциясын айтады, мұндағы $\delta(z)$ - Дирак функциясы[2]. $\Im$ функциясы келесі түрде жазылады [2]

$$\Im=\frac{1}{\pi}\frac{1}{z}$$

осы фундаменталь шешімді пайдалансақ, онда $Lw=F$ тендеудің шешімі

$$w=\int\Im * F$$

үйірткісі ретінде жазылады [2].

Осы жағдайды пайдаланып E комплекс жазықтығының G облысында берілген (1.1) тедедің жалпы шешімін мына түрде жазуға болады:

$$\frac{\partial w}{\partial\bar z}=-Aw-B\overline{w}+F$$

$$w(z)=\Phi(z)+\frac{1}{\pi}\iint_G\frac{A(\varsigma)w(\varsigma)+B(\varsigma)\overline{w})\varsigma)}{\varsigma-z}d\xi d\eta-\frac{1}{\pi}\iint_G\frac{F(\varsigma)}{\varsigma-z}d\xi d\eta\equiv \tag{1.2}$$

$$\equiv\Phi(z)-T_G(Aw+B\overline{w})+T_GF$$

мұндағы $\Phi(z)\in U_0(G)$ кез келген голоморфты функция.

Бұдан былай (1.1) тендеудің коэффициенттері мен оң жағы С.М. Никольскийдің [3] H – класстарында берілген деп есептейміз, яғни регуляр жалпыланған функциялар:

$$A,B,F\in H_p^{\alpha}(G),1<p<2,0<\alpha<1$$

Теңдеудің $w(z)$ шешімін $H_{p,1}^{1+\alpha}(G)$ класстарында іздейміз. Ол үшін (2) өрнекті интегралдық тендеу түрінде көшіріп жазамыз

$$w(z)-P_Gw=\Phi(z)+T_GF \tag{1.3}$$

мұндағы $P_Gw=T_G(Aw+B\overline{w})$. Кез келген $A(z)\in H_p^{\alpha}(G)$ және $w(z)\in H_p^{1+\alpha}(G)$ функциялар үшін $Aw\in H_p^{\alpha}(G)$ [4], $T_G:H_p^{\alpha}(G)\to H_p^{1+\alpha}(G)$ шенелген оператор[5]. Бұл $H_{p,1}^{1+\alpha}(G),1<p<2,0<\alpha<1,$ кеністігіндегі тендеу [4]-[5], оның Фредгольмдік екенің көрсетейік. $C^{\infty}(\overline{G})-$ақырсыз рет үзіліссіз дифференциалданатын функциялар жиыны $H_{p,1}^{\alpha}(G)$ кеністігінде тығыз[3], сондықтан, $\left\|A(z)-A_n(z)\right\|_{H_p^{\alpha}(G)}\to 0,\left\|B(z)-B_n(z)\right\|_{H_p^{\alpha}(G)}\to 0,k\to 0$ болатын $\{A_n\}\in C^{\infty}(\overline{G}),\{B_n\}\in C^{\infty}(\overline{G})$ функциялар тізбегі табылады. Енді $TK_nw=A_nw+B_n\overline{w}\in H_p^{1+\alpha}(G),(n=1,2,...)$ операторын қарастырайық $H_p^{1+\alpha}(G)\subseteq H_p^{\alpha}(G)$ ену теоремасы бойынша $K_n:H_p^{1+\alpha}(G)\to H_p^{\alpha}(G)$ толық үзіліссіз оператор. Ендеше

$$\left\|(K-K_n)w\right\|_{H_p^\alpha(G)}=\left\|(Aw+B\overline{w})-(A_nw+B_nw)\right\|_{H_p^\alpha(G)}\le\left\|A-A_n\right\|_{H_p^\alpha(G)}\cdot\left\|w\right\|_{H_p^{1+\alpha}(G)}+$$
$$+\left\|B-B_n\right\|_{H_p^\alpha(G)}\cdot\left\|\overline{w}\right\|_{H_p^{1+\alpha}(G)}\to 0, n\to\infty.$$

Бұдан $Kw\equiv Aw+B\overline{w}$ операторы толық үзіліссіз операторлардың норма бойынша шегі ретінде толық үзіліссіз $\left(H_p^{1+\alpha}(G)\to H_p^\alpha(G)\right)$ оператор екенін көреміз. Онда T_GK операторы шенелген және толық үзіліссіз операторлардың композициясы ретінде толық үзіліссіз $\left(H_p^{1+\alpha}(G)\to H_p^\alpha(G)\right)$ оператор. Сонымен (3) тендеу $H_p^{1+\alpha}(G)$ кеністігінде Фредгольмдік тендік. Оның шешімділігі Фредгольм теориясына бағынады.

2. Математикалық физика есептерін шешуге арналған ең мықты құралдардың бірі Фурье түрлендіруі әдісі. Векуа-Карлеман теңдеуінің шешімін S' жәй өсетін жалпыланған функциялар кеңістігінде анықталған Фурье түрлендіруі әдісі арқылы іздейміз.

Енді $S=S(R^n)$ және $S'=S'(R^n)$ кеңістіктері түсінігін берейік.

$S=S(R^n)$ негізгі функциялар жинынына $|x|\to\infty$ жағдайда барлық туындыларымен $|x|^{-1}$ – дің кез-келген дәрежелерінен тезірек кемитін $C^\infty(R^n)$ класының барлық функциялары кіреді.

S жиынына тиісті $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$ функциялар тізбегі $\varphi\,(\in S)$ функциясына жинақталады дейміз, егер кез – келген α,β үшін:

$$x^\beta D^\alpha\varphi_k(x)\rightrightarrows x^\beta D^\alpha\varphi(x),\qquad k\to\infty,\qquad x\in R^n,$$

жинақтылығы бірқалыпты болса.

S негізгі функциялар кеңістігіндегі кез-келген сызықты үзіліссіз функционал жәй өсетін жалпыланған функция деп аталады. $S'=S'(R^n)$ арқылы барлық жәй өсетін жалпыланған функциялар жиынын белгілейік. S' кеңістігінде жинақтылықты әлсіз жинақтылық ретінде анықтайды: S' жиынына тиісті $f_1, f_2, \ldots$ функциялар тізбегі $f\,(\in S')$ функциясына жинақталады дейміз, егер кез – келген $\varphi\in S$ үшін $(f_k,\varphi)\to(f,\varphi), k\to\infty$. S' сызықты жиыны ондағы енгізілген жинақтылықпен S' жәй өсетін жалпыланған функциялар кеңістігі деп аталады.

$f(x)$ – R^n- де анықталған (абсолютті) интегралданатын функция болсын. Онда оның Фурье түрлендіруі R^n- де шенелген, үзілссіз функция болады:

$$F[f](\xi)=\int f(x)e^{i(\xi,x)}dx$$
$$|F[f](\xi)|\le\int|f(x)|dx<\infty$$

Жоғарыда көрсетілген Фурье түрлендіруі S' кеңістігіндегі жалпыланған функцияны анықтайды;

$$(F[f],\varphi)=\int F[f](\xi)\varphi(\xi)\,d\xi,\qquad \varphi\in S$$

Интегралдау ретін алмастыру туралы Фубини теоремасын пайдаланып, келесі теңдікті аламыз:

$$\int F[f](\xi)\varphi(\xi)\,d\xi=\int\left[\int f(x)e^{i(\xi,x)}dx\right]\varphi(\xi)d\xi=$$
$$=\int f(x)\int\varphi(\xi)e^{i(\xi,x)}d\xi\,dx=\int f(x)\,F[\varphi](x)dx$$

Яғни,

$$(F[f],\varphi)=(f,F[\varphi]),\quad \varphi\in S, f\in S'$$

Соңғы теңдік кез-келген жәй өсетін жалпыланған функцияның $F[f]$ Фурье түрлендіруінің анықтамасы.

$G \subset R^2$ облысында Векуа-Карлеман теңдеу берілсін:

$$\frac{\partial w}{\partial \bar{z}} + Aw + B\bar{w} = f(z) \tag{2.1}$$

мұндағы A, B – тұрақтылар.

(2.1) теңдеуінің екі жағына Фурье түрлендеруін қолданамыз.

$$F\left[\frac{\partial w}{\partial \bar{z}} + Aw + B\bar{w}\right] = F[f(z)] \tag{2.2}$$

$$F\left[\frac{\partial w}{\partial \bar{z}}\right] + AF[w] + BF[\bar{w}] = F[f(z)] \tag{2.3}$$

(2.3) теңдеуде

$$F\left[\frac{\partial w}{\partial \bar{z}}\right] = \frac{-i\xi}{2}F[w]$$

екенін [2] ескерсек, онда келесі теңдікті аламыз:

$$\left(\frac{-i\xi}{2} + A\right)F[w] + BF[\bar{w}] = F[f(z)] \tag{2.4}$$

Сол сияқты

$$\bar{B}F[w] + \left(\frac{i\bar{\xi}}{2} + \bar{A}\right)F[\bar{w}] = \overline{F[f(z)]} \tag{2.5}$$

(2.4) және (2.5) теңдеулерінен келесі алгебралық теңдеулер жүйесін аламыз:

$$\begin{cases} \left(\frac{-i\xi}{2} + A\right)F[w] + BF[\bar{w}] = F[f(z)] \\ \bar{B}F[w] + \left(\frac{i\bar{\xi}}{2} + \bar{A}\right)F[\bar{w}] = \overline{F[f(z)]} \end{cases}$$

Бұл жүйенің анықтауышы нөлге тең емес деп есептейміз:

$$\begin{vmatrix} \frac{-i\xi}{2} + A & B \\ \bar{B} & \frac{i\bar{\xi}}{2} + \bar{A} \end{vmatrix} = \left|-\frac{i\xi}{2} + A\right|^2 - |B|^2 \neq 0$$

$$F[w] = \frac{\begin{vmatrix} F[f(z)] & BF[\bar{w}] \\ \overline{F[f(z)]} & \left(\frac{i\bar{\xi}}{2} + \bar{A}\right)F[\bar{w}] \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \frac{-i\xi}{2} + A & B \\ \bar{B} & \frac{i\bar{\xi}}{2} + \bar{A} \end{vmatrix}} =$$

$$= \frac{F[\bar{w}]\left(\left(\frac{i\bar{\xi}}{2} + \bar{A}\right)F[f(z)] - B\,\overline{F[f(z)]}\right)}{\left|-\frac{i\xi}{2} + A\right|^2 - |B|^2}$$

$w = F^{-1}F[w]$.

Себебі S' кеңістігі $F^{-1}F[w]$ амалы бойынша тұйық [2].

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Владимиров В.С. Обобщенные функции в математической физике. – Изд. 2-е, испр. и дополн. Серия «Современные физико-технические проблемы», Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», М. 1979. – 320 с.

[2] Владимиров В.С. Уравнения математической физики. – Изд. 4-е. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1981. – 512 с.

[3] Бесов О.В., Ильин В.П., Никольский С.М. Интегральные представления функций и теоремы вложения М.: Наука, 1975. 480 с.

[4] Мазья В.Г., Шапошникова Т.О. О мультипликаторах в пространствах функций с дробными производными. – Докл. АН СССР, 1979, т. 244, №5 с. 1065-1067

[5] Блиев Н.К. О фундаментальных свойствах одного интегрального оператора – Докл. АН СССР, 1972, т 205, №3, с.513-514

УДК 517.956

А.К. Мырзахметова
(КазНУ имени аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан, altyn-9201@mail.ru)

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО ВЫРОЖДАЮЩЕГОСЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрено одно из основных уравнений математической физики гиперболического типа. В случае неоднородного вырождающегося гиперболического уравнения оно сильно отличается от классического решения. Решение задачи будем искать в виде сумм двух функций, которые будут решениями однородной и неоднородной части этой задачи. Решение однородной задачи будет в виде ряда Фурье, а решение неоднородной задачи – в виде ряда.

Ключевые слова: уравнение математической физики, гиперболические уравнения, колебания тяжелой нити, неоднородной, однородной, функция Бесселя, ряд Фурье.

В области $\Omega = \{0 < x < 1, \quad t > 0\}$ рассмотрим неоднородное вырождающееся гиперболическое уравнение

$$xu_{xx} + u_x = u_{tt} + \alpha u + f(x,t),\ \alpha = const > 0, \tag{1}$$

которое описывает вынужденные малые колебания тяжелой однородной гибкой нити единичной длины с учетом сопротивления среды [1,2].

Задача. Требуется найти решение уравнения (1) $u(x,t) \in C(\overline{\Omega}) \cap C^2(\Omega)$, удовлетворяющее условиям

$$\int_0^\infty |u(x,t)|^2 dt < \infty, \quad 0 < x < 1, \tag{*}$$

$$u(1,t) = 0, \quad t > 0, \tag{2}$$

$$u(x,0) = \tau(x), \quad u_t(x,0) = \nu(x), \quad 0 < x < 1, \tag{3}$$

где $\tau(x)$ и $\nu(x)$ - заданные функции.

Теорема. Пусть $\tau(x) = C^1[0,1] \cap C^2(0,1)$, $\nu(x) = C[0,1] \cap C^1(0,1)$, $\tau(1) = 0$, $\lim\limits_{t \to +\infty} f(x,t) = 0$, $f(x,t) \in C(\overline{\Omega})$. Тогда задача однозначно разрешима.

Доказательство. Будем искать решение задачи (1)-(3) в виде суммы

$$u(x,t) = u_1(x,t) + u_2(x,t), \tag{4}$$

где $u_1(x,t)$ - решение неоднородного уравнения, удовлетворяющего граничному условию (2) и нулевым начальным условиям

$$u_1(x,0) = 0, \quad \frac{\partial u_1(x,0)}{\partial t} = 0, \tag{5}$$

а функция $u_2(x,t)$ - решение однородного уравнения

$$xu_{xx} + u_x = u_{tt} + \alpha u \tag{6}$$

удовлетворяющее граничному условию (2) и начальным условиям (3). Задача (6)+(2)+(3) рассматривалась в [3] и ее решение было получено в виде ряда

$$u_2(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} \left(A_k \cos \sqrt{\alpha + \lambda_k^2}\, t + B_k \sin \sqrt{\alpha + \lambda_k^2}\, t \right) J_0\left(\lambda_k \sqrt{x}\right), \tag{7}$$

где $J_0(\lambda)$ - функция Бесселя первого рода нулевого порядка, λ_k - положительные решения уравнения $J_0(\lambda)=0$.

Будем искать решение $u_1(x,t)$ в виде ряда

$$u_1(x,t)=\sum_{k=1}^{\infty}T_k J_0\left(\lambda_k\sqrt{x}\right), \tag{8}$$

так что граничное условие (2) удовлетворяется само собой. Подставляя ряд (8) в уравнение (1) и принимая во внимание равенство [4]

$$\frac{d}{dx}\left\{x\frac{dJ_0\left(\lambda_k\sqrt{x}\right)}{dx}\right\}=-\frac{1}{4}\lambda_k J_0\left(\lambda_k\sqrt{x}\right),$$

получим

$$\sum_{k=1}^{\infty}\left[T_k''(t)+\frac{\lambda_k^2}{4}T_k(t)\right]J_0\left(\lambda_k\sqrt{x}\right)=f(x,t). \tag{9}$$

Разложим функцию $f(x,t)$ в ряд по собственным функциям $J_0\left(\lambda_k\sqrt{x}\right)$, т.е. положим

$$f(x,t)=\sum_{k=1}^{\infty}H_k(t)J_0\left(\lambda_k\sqrt{x}\right), \tag{10}$$

где коэффициенты $H_k(t)$ определяются по формуле [4,5]

$$H_k(t)=\frac{1}{J_1^2(\lambda_k)}\int_0^1 f(\xi,t)J_0\left(\lambda_k\sqrt{x}\right)d\xi. \tag{11}$$

Сравнивая (9) и (10) для одной и той же функции $f(x,t)$, получаем уравнение

$$T_k''(t)+\frac{\lambda_k^2}{4}T_k(t)=H_k(t), \tag{12}$$

которому должны удовлетворять коэффициенты $T_k(t)$. При таком определении коэффициентов $T_k(t)$, функция (8) удовлетворяет уравнению (1) и граничному условию (2). Для удовлетворения же начальных условий (3) достаточно подчинить функции $T_k(t)$ условиям

$$T_k(0)=0,\quad T_k'(0)=0. \tag{13}$$

Решение уравнения (12), удовлетворяющее начальным условиям (13), дается формулой

$$T_k(t)=\frac{2}{\lambda_k}\int_0^1 H_k(y)\frac{\lambda_k}{2}(t-y)dy.$$

Подставив сюда выражение (11) для $H_k(y)$, получим

$$T_k(t)=\frac{2}{\lambda_k J_1^2(\lambda_k)}\int_0^1 dy\int_0^1 f(\xi,y)J_0\left(\lambda_k\sqrt{\xi}\right)\sin\frac{\lambda_k}{2}(t-y)d\xi. \tag{14}$$

Из вышеизложенного вытекает, что решение задачи (1)+(8)+(2)+(3) выражается формулой

$$u(x,t)=\sum_{k=1}^{\infty}T_k(t)J_0\left(\lambda_k\sqrt{x}\right)+\sum_{k=1}^{\infty}\left(A_k\cos\sqrt{\alpha+\lambda_k^2}t+B_k\sin\sqrt{\alpha+\lambda_k^2}t\right)J_0\left(\lambda_k\sqrt{x}\right),$$

где коэффициенты $T_k(t)$ определяются формулой (14), а в (7) коэффициенты A_k и B_k - формулами

$$A_k=\frac{1}{J_1^2(\lambda_k)}\int_0^1\tau(x)J_0\left(\lambda_k\sqrt{x}\right)dx,$$

$$B_k = \frac{1}{\lambda_k J_1^2(\lambda_k)} \int_0^1 \nu(x) J_0\left(\lambda_k \sqrt{x}\right) dx .$$

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кошляков Н.С., Глипер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения в частных производных математической физики.-М.: Высшая школа.-1970.-712с.

[2] Николенко В.Н. Уравнения математической физики.-М.: Издательство МГУ.-1981.-392с.

[3] Мырзахметова А.К. Об одной задаче для вырождающегося гиперболического уравнения// Материалы Республиканской научно-практической конференции молодых ученых «Наука. Образования. Молодеж»(16-17 апреля 2015г. г.Алматы, Казахстан).-258-259с.

[4] Лебедев Н.Н. Специальные функции и их приложения.-М.: Физматгиз.-1963.-380с.

[5] Елдесбай Т.Ж. Одномерные обратные задачи для вырождающихся эволюционных уравнений и уравнений смешанного типа.-Алматы:Ғылым.-2003.-209с.

Мырзахметова А.К.

Біртекті емес тозғындалған гиперболалық теңдеу үшін бір есеп

Түйіндеме. Мақалада математикалық физика теңдеулерінің басты теңдеулерінің бірі гиперболалық теңдеу қарастырылған. Гиперболалық теңдеу тозғындалған болған жағдайда шешімді классикалық есептеуден өзгешелеу етіп ізделінеді. Шешімді берілген есептің біртекті және бітректі емес бөліктерінің сәйкесінше шешімі болатын екі функцияның қосындысы түрінде іздейміз. Біртекті бөлігінің шешімі классикалық есептеудегідей Фурье қатарына жіктеледі. Ал, біртекті емес бөлігінің шешімін де қатар түрінде іздейміз.

Кілт сөздер: математикалық физика теңдеулері, гиперболалық теңдеулер, ауыр жіптің ауытқуы, біртекті емес, біртекті, Бессель функциясы, Фурье қатары.

Myrzakhmetova A.K.

A problem for the inhomogeneous degenerate hyperbolic equation

Summary. The article is one of the main equations of mathematical physics equations hyperbolic equation. In the case of hyperbolic equations inhomogeneous so different from the classical calculation of the decision will be. The decision of the parts of the report is not homogeneous and homogeneous looking for a solution in the form of a combination of the two functions, respectively. Even classified as the calculation of the decision of the classical Fourier series. And looking for in the form of a non-homogeneous and could be part of the solution.

Key words: equations of mathematical physics, hyperbolic equations, fluctuations in heavy thread, non-uniform, homogeneous, Bessel function, Fourier series.

УДК 519,86;656,02

К. С. Женсикбаев, С. К. Женсикбаев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Республика Казахстан)

СПЛАЙН-АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ В ОБОБЩЕННЫХ ПРОСТРАНСТВАХ ГЕЛЬДЕРА

Аннотация. Рассмотрена задача приближения функций комплексного переменного, определенных на единичной окружности интерполяционными периодическими сплайнами в обобщенных пространствах Гёльдера. Получены оценка приближения и достаточное условие сходимости интерполяционного процесса.

Ключевые слова: Обобщенные пространства гёльдера, модуль непрерывности, сплайн-интерполяция, оценка приближения, сходимость интерполяционного процесса.

В настоящей работе доказана теорема о приближении функций комплексного переменного, определенных на единичной окружности комплексной плоскости интерполяционными периодическими сплайнами в обобщенных пространствах Гёльдера.

Получены оценка приближения и достаточное условие сходимости интерполяционного процесса. Кроме самостоятельного интереса с точки зрения приближения функций комплексного переменного, эти результаты имеют эффективное применение при обосновании прямых методов решения сингулярных интегральных уравнений.

Эта задача ранее рассматривалась в работах [2] и [7], при этом функции были определены на единичной окружности и на произвольном замкнутом контуре комплексной плоскости соответственно, а приближающим аппаратом брались интерполяционные полиномы Лагранжа.

Пусть Γ_0 – единичная окружность комплексной плоскости и пусть tj (j=1:2n)- совокупность различных между собой точек на Γ_0. Реализуем Γ_0 как отрезок $[0,2\pi]$ с отождествленными концами и положим tj=πj/n, (j=0:2n-1) – точки равномерной сетки узлов.

Через U_n обозначим оператор, который каждой функции g(t), определенной на Γ_0, ставит в соответствие ее интерполяционный периодический полиномиальный сплайн $s_{n,r}(g)=U_n(g)$ степени r дефекта 1 с сеткой узлов tj (j=0:2n-1), интерполирующий функцию g(t) в узлах tj , если r нечетно, и в серединах отрезков $[t_{j-1},t_j]$ (j=1:2n), если r четно.

Пусть ω(σ) (σϵ[0,π]) – произвольный модуль непрерывности и H(ω) - обобщенное пространство Гельдера, норма в котором определена равенством

(1) $$\|g\|_\omega = \|g\|_c + H(g;\omega),$$

$$\|g\|_c = \max_{t\in I_0}|g(t)|, \quad H(g;\omega) = \sup_{\sigma\in(0,\pi]}\frac{\omega(g;\sigma)}{\omega(\sigma)},$$

где $\omega(g;\sigma)$ – модуль непрерывности функции $g(t)$ на Γ_0:

(2) $$\omega(g;\sigma) = \sup_{|t-\tau|\le\sigma}|g(t)-g(\tau)|.$$

В дальнейшем будем рассматривать лишь те пространства $H(\omega)$, модули непрерывности которых удовлетворяют условиям Бари-Стечкина [6]:

(3) $$\int_0^h \frac{\omega(\xi)}{\xi}d\xi < \infty$$

(4) $$\int_0^h \frac{\omega(\xi)}{\xi}d\xi + \sigma\int_\sigma^h \frac{\omega(\xi)}{\xi^2}d\xi = O(\omega(\sigma)),\ \sigma\to 0$$

Как отмечено в [7], пространство $H(\omega)$ является банаховым несепарабельным пространством; в силу этого приближение всего класса функций по норме (1) конечномерными агрегатами приближения невозможна. Однако для некоторого подмножества из $H(\omega)$ этот вопрос решается положительно.

Теорема 1. Пусть $\omega_1(\sigma), \omega_2(\sigma), \sigma\in(0,\pi]$ – модули непрерывности, удовлетворяющие условия (3) или (4) и такие, что функция $\Phi(\sigma)=\omega_1(\sigma)/\omega_2(\sigma)$ неубывающая на (0,π]. Тогда для любой функции $g(t)$ из $H(\omega_1)$ выполняется неравенство:

(5) $$\|g-U_ng\|_{\omega_2} \le (d_1 + d_2\|U_n\|_c\Phi\left(\frac{1}{n}\right)H(g;\ \omega_1))$$

Доказательство. В силу (1) $\|g-U_ng\|_{\omega_2} = \|g-U_ng\|_c + H(g-U_ng;\omega_2) = T_1 + T_2$.

Согласно [2, с. 40]

(6) $$T_1 \le (1+\|U_n\|_c)E_n(g;\Gamma_0),$$

где $E_n(g;\Gamma_0)$ – наилучшее равномерное приближение функции $g(t)$ на Γ_0 сплайнами из $S(\Delta_{2n})$. Оценим T_2. Так как

$$H(g-U_ng;\omega_2) = \sup_{0<|(t'-t'')|\le\pi}\frac{|g(t')-U_ng(t')-g(t'')-U_ng(t'')|}{\omega_2(|t'-t''|)},$$ то для любого натурального $n\ (n=1,2,\dots)$

$$H(g-U_ng;\omega_2) \le \sup_{\frac{\pi}{n}\le|(t'-t'')|\le\pi}\frac{|g(t')-U_ng(t')|+|g(t'')-U_ng(t'')|}{\omega_2(|t'-t''|)} +$$

$$+\sup_{\sigma<|(t'-t'')|\le\frac{1}{n}}\frac{|g(t')-U_ng(t'')|+|U_ng(t')-U_ng(t'')|}{\omega_2(|t'-t''|)}=T_3+T_4.$$

Для T_3 в силу (6), неубывания модуля непрерывности и неравенства $E_n(g;\Gamma)\le d_3\omega(g;\frac{1}{n})$ (теорема Джексона) получим

$$S_3\le\frac{2\|g-U_ng\|_c}{\omega_2\left(\frac{1}{n}\right)}\le\frac{2(1+\|U_n\|_c)E_n(g;\Gamma)}{\omega_2\left(\frac{1}{n}\right)}\le\frac{2d_3(1+\|U_n\|_c)\omega(g;\frac{1}{n})}{\omega_2\left(\frac{1}{n}\right)}\le$$

$$\le\frac{2d_3(1+\|U_n\|_c)\Phi\left(\frac{1}{n}\right)\omega(g;\frac{1}{n})}{\omega_1\left(\frac{1}{n}\right)}\le 2d_3(1+\|U_n\|_c)\Phi\left(\frac{1}{n}\right)H(g;\omega_1)$$

Оценим T_4. Пусть $R_n(t)$ – сплайн наилучшего равномерного приближения $g(t)$ на Γ_0. В силу соотношения $U_nR_n=R_n$ имеем

$$|g(t')-g(t'')|+|U_ng(t'')-U_ng(t'')|\le|g(t')-g(t'')|+|R_n(t')-R_n(t'')|+$$
$$+|U_n(g-R_n)(t')-U_n(g-R_n)(t'')|=\mathrm{I}_1+\mathrm{I}_2+\mathrm{I}_3$$

Ясно, что $\mathrm{I}_1\le\omega(g;|t'-t''|)\le H(g;\omega_1)\omega_1(|t'-t''|)$. Для I_2 рассуждениями, аналогичными [2, с.42] получаем $\mathrm{I}_2\le\omega(R_n,|t'-t''|)\le d_4\omega(g;|t'-t''|)\le d_4H(g;\omega_1)\omega_1(|t'-t''|)$. Оценим

$$\mathrm{I}_3=|\int_{t'}^{t''}(U_n(g-R_n))'(\tau)d\tau|\le\|(U_n(g-R_n))'\|_c|t'-t''|$$

Здесь использовано соотношение между длинной наименьшей дуги гладкого контура, в частности, окружности, и длиной стягивающей хорды: длина $t't''\le d_5|t'-t''|$.

Далее, согласно неравенству Бернштейна для сплайнов

[см., например, 5] для произвольного сплайна из $S(\Delta_{2n})$ выполняется неравенство $\|S'\|_c\le d_6n\|S\|_c$, откуда

$$\mathrm{I}_3\le d_5d_6n\|U_n\|_cd_3\omega\left(g;\frac{1}{n}\right)|t'-t''|.$$

Как показано в [1, с.50], если $\omega(\sigma)$ – произвольный модуль непрерывности, то при $\sigma_1\sigma_2$ выполняется неравенство $\frac{\sigma_2}{\omega(\sigma_2)}\le\frac{2\sigma_2}{\omega(\sigma_2)}$. Тогда

$$\mathrm{I}_3\le d_5d_6n\|U_n\|_cd_3H(g;\omega_1)|t'-t''|\omega_1\left(\frac{1}{n}\right)=d_3d_5d_6\|U_n\|_cH(g;\omega_1)$$

$$\frac{\omega_1\left(\frac{1}{n}\right)|t'-t''|}{\omega_1\left(\frac{1}{n}\right)\omega_1|t''-t''|}\omega_1(|t'-t''|)\le 2d_3d_5d_6\|U_n\|_cH(g;\omega_1)\omega_1(|t'-t''|).$$

С учетом оценок для $\mathrm{I}_1,\mathrm{I}_2,\mathrm{I}_3$ имеем

$$T_4\le(1+d_4+2d_3d_5d_6\|U_n\|_c)H(g;\omega_1)\omega_1(|t'-t''|)$$
$$\le(d_7+d_8\|U_n\|_c)\Phi\left(\frac{1}{n}\right)H(g;\omega_1).$$

Теорема доказана.

Следствие. Если $\lim_{n\to\infty}\Phi\left(\frac{1}{n}\right)=0$, то $\lim_{n\to\infty}\|g-U_ng\|_{\omega_2}=0\quad\forall g(t)\in H(\omega_1)$.

Доказательство. В самом деле, для констант Лебега оператор U_n сплайн- интерполяции известна оценка [4] :

$$\|U_n\|\vDash L_{rn}=\frac{2}{\pi}\ln\min(r,n)+\underline{\underline{O}}(1)\quad(9)$$

и следовательно в силу фиксированности порядка сплайна, имеем

$$\|U_n\|\vDash\frac{2}{\pi}\ln r+\underline{\underline{O}}(1)\quad(10)$$

Отсюда и из (5) следует (8).

Далее рассмотрим пространство $H^{(r)}(\omega)(r \geq 0)$, $H^{(0)}(\omega) = H(\omega)$, $H^{(r)}(\omega)$ – пространство r раз непрерывно дифференцируемых функций, -е производные которых принадлежат пространству $H(\omega)$, норму в этом пространстве определим равенством:

$$\|g\|_{\omega_1 r} = \sum_{k=0}^{r} \left\|g^{(k)}\right\|_c + H(g^{(r)}; \omega) .$$

Имеет место

Теорема 2. Пусть $\omega_1(\sigma)$, $\omega_2(\sigma)$, $\sigma \in (0, \pi]$ - два модуля непрерывности, удовлетворяющие условиям (3) или (4), и пусть функция $\Phi(\sigma) = \frac{\omega_1(\sigma)}{\omega_2(\sigma)}$ неубывающая на (0,π]. Тогда для любой функции $g(t) \in H^r(\omega)$ справедливо соотношение $\|g - U_n g\|_{\omega_2} \leq (d_{12} + d_{13} \ln r) n^{-r} \Phi\left(\frac{1}{n}\right) \|g\|_{\omega_2}$

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гусейнов А.И., Мухтаров Х.Ш. Введение в теорию нелинейных сингулярных интегральных уравнений. М., 1980.

[2] Золотаревский В.А. Конечномерные методы решения сингулярных интегральных уравнений замкнутых контурах интегрирования Кишинев, 1991.

[3] Женсыкбаев А.А. Точные оценки равномерного приближения непрерывных периодических функций сплайнами r-го порядка.//Матем. заметки. Том 13, №2, 1973 г., с. 217-228.

[4] Субботин Ю.Н., Теляковский С.А. Асимптотика констант Лебега интерполяционных периодических сплайнов с равноотстоящими узлами.//Матем. сборник. Том 191, №8, 2000г., с. 131-140.

[5] Бабенко В.Ф., Зонтов В.А. Неравенства типа Бернштейна для сплайнов, заданных на действительной оси.// Укр. мат. журнал. Том 63, №5, 2011 г., с. 603-611.

[6] Бари Н.К. Тригонометрические ряды. М., 1961.

[7] Андриеш Г.С., Золотаревский В.А. Аппроксимация функций в обобщенных пространствах Гельдера и приближенное решение сингулярных интегральных уравнений.//Дифф. уравнения. Том 32, № 9, С. 1222-1226.

Женсикбаев К. С., Женсикбаев С. К.

Жалпыланған Гёльдер кеңістігінде функцияларды сплайндармен жуықтау

Түйіндеме. Жалпыланған Гёльдер кеңістігінде комплекс жазықтықтың бірлік шеңберінде функцияны интерполяциялық сплайндармен жуықтау есебі қаралған.Жуықтау бағалауы мен интерполяциялық процесс жинақтылығының жеткілікті шарты алынған.

Негізгі сөздер: Жалпыланған Гёльдер кеңістігі, үзіліссіздік модулі, сплайн-интерполяция, жуықтау бағалауы, интерполяциялық процесс жинақтылығы.

Zhensikbayev K.S., Zhensikbayev S.K.

Spline approximation of functions in generalized Holder spaces

Summary. A problem of approximation of functions defined on the unit circle of complex plane by means of periodic interpolating splines in generalized Holder spaces are considered. An estimate of the approximation and sufficient condition of convergence of the interpolation process are obtained.

Key words: Generalized Holder spaces, a module of continuity, spline-interpolation, a convergence of an interpolation process.

УДК 519,86;656,02

Женсикбаев К. С., Женсикбаев С. К.
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан)

ОБОБЩЕНИЕ НЕРАВЕНСТВА БЕРНШТЕЙНА ДЛЯ СПЛАЙНОВ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СПЛАЙНОВ, ПРИБЛИЖАЮЩИХ ЗАДАННУЮ ФУНКЦИЮ

Аннотация. На основе обобщения неравенства Бернштейна для полиномиальных сплайнов устанавливается связь между модулями непрерывности порядка k самой функции и приближающего ее сплайна.

Ключевые слова: Обобщение неравенства Бернштейна, полиномиальные сплайны, неравенство Джексона, модуль непрерывности порядка k.

1. Пусть C - пространство непрерывных 2π-периодических функций с нормой: $||f|| = max|f(x)|$, $s(x)$ есть 2π-периодический полиномиальный сплайн порядка r дефекта 1 с равноотстоящими узлами $x_i = \frac{\pi i}{n} (i = 0:n-1)$, множество которых обозначим через S_n^r, а $s^{(k)}(x)$ – его производная порядка k $(1 \le k \le r-1)$.

Для $k = 1, 2, ...$ и $h > 0$ положим

$$\Delta_h^k f(x) = \sum_{j=0}^{k} (-1)^j C_k^j f(x + (k-2j)h)$$

Известно [1], [2,с.228] следующее обобщение неравенства Бернштейна для тригонометрических полиномов порядка n

$$\left|\left|T^{(k)}\right|\right| \le \left(\frac{n}{sinnh}\right)^k \left|\left|\Delta_h^k T\right|\right| \le n^k \left||T|\right| \qquad (1)$$

справедливое при $h < \frac{\pi}{n}$ и $h < \frac{\pi}{2n}$ соответственно и обращающееся в равенство для полиномов вида $T(x) = asinnx + bcosnx$.

Через $\varphi_r(x) (r \epsilon \mathbb{N})$ обозначим r -й периодический интеграл с нулевым средним значением на периоде от функции $\varphi_0(x) = sgnsinx$. Для $\mu > 0$ положим $\varphi_{\mu,r}(x) = \mu^{-r}\varphi_0(\mu x)$.Отметим, что $\left||\varphi_r|\right| = K_r$, где K_r -константы Фавара

$$K_r = \frac{4}{\pi}\sum_{j=0}^{\infty} \frac{(-1)^{j(r+1)}}{(2j+1)^{r+1}} \quad r = 0, 1, 2, ...$$

В работе [3] обобщение неравенство Бернштейна вида (1) доказано для периодических полиномиальных сплайнов минимального дефекта, а именно неравенство

$$\left|\left|s^{(k)}\right|\right| \le \frac{\left|\left|\varphi_{n,r-k}\right|\right|}{\left|\left|\Delta_h^k \varphi_{n,r}\right|\right|} \cdot \left|\left|\Delta_h^k s\right|\right| \le \frac{\left|\left|\varphi_{n,r-k}\right|\right|}{\left|\left|\varphi_{nr}\right|\right|} \cdot \left||s|\right|, \qquad (2)$$

справедливое соответственно при $h < \frac{\pi}{kn}$ и $h < \frac{\pi}{2kn}$ и обращающееся в равенства для сплайнов вида $s(x) = a\varphi_{nr}(x)$

Само неравенство Бернштейна в метрике пространства L_p для полиномиальных сплайнов было были установлены В.М.Тихомировым [4] в случае $p = \infty$, Ю.Н.Субботиным [5] случае p=1, В.Ф.Бабенко и С.А.Пигучовым [6] в случае p=2.

В работе [2] на основе неравенства (1) установлена близость модулей непрерывности самой функций и приближающего ее тригонометрического многочлена, удовлетворяющего неравенству Джексона.

Аналогичный результат установлен в [7] для функции из пространства Гельдера, определенных на единичной окружности и приближающего ее рациального полинома порядка *n* по целым степеням переменной.

2. В предлагаемой работе устанавливается, что если сплайн s, приближающий функцию *f*, удовлетворяет неравенству Джексона, то его модули непрерывности можно оценить через модули непрерывности самой функции.

Определение. Пусть *k* натуральное число. Будем говорить, что функция $\omega(f,\delta)$ есть модуль непрерывности *k*-го порядка функции *f*, если

$$\omega_k(f,\delta)=\max_{|h|\le\delta}||\Delta_h^k f(x)||,$$

В [2] приведены простейшие свойства модулей непрерывности:

1° $\omega_k(f_1+f_2,\delta)\le\omega_k(f_1,\delta)+\omega_k(f_2,\delta)$

2° $\omega_k(f,\delta)\le 2^k||f||$

3° Лемма 1. Если $\exists f^{(r)}(x)$, то $\omega_r(f,\delta)\le\delta^r\left||f^{(r)}|\right|$.

4° Лемма 2. Пусть $k\in\mathbb{N},\delta>0,\eta>0$. Тогда

$$\omega_k(f,\eta)\le\delta^k(\delta+\eta)^k\omega_k(f,\delta).$$

Если же, кроме того, $0<\delta<\eta$, то $\eta^{-k}\,\omega_k(f,\eta)\le 2^k\delta^{-k}\omega_k(f,\delta)$.

Докажем теорему.

Теорема. Пусть произвольные $k,n\in\mathbb{N}$ фиксированы, и пусть

$$\left||f-s|\right|\le C_1\omega_k\left(f,\tfrac{1}{n}\right). \qquad (3)$$

Введём константы:

$$D_{nk}:=\frac{\left||\varphi_{r-k}(nx)|\right|}{\left|\left|\Delta_{\frac{1}{n}}^k\varphi_r(nx)\right|\right|}\left(1+2^kC_1\right),\ D'_{nk}:=\frac{\left||\varphi_{r-k}(nx)|\right|}{\left|\left|\Delta_{\frac{1}{n}}^k\varphi_r(nx)\right|\right|},\ D^0_{nk}=max\left(2^kD_{nk},1+2^xC_1\right)$$

Тогда $\forall\delta>0$ выполняются следующие неравенства:

$$\omega_k(s,\delta)\le\omega_k(f,\delta)+2^kC_1\omega_k\left(f,\tfrac{1}{n}\right) \qquad (4)$$

$$\omega_k(s,\delta\le D_{nk}n^k\omega_k\left(f,\tfrac{1}{n}\right)\delta^k \qquad (5)$$

$$\omega_k(s,\delta)\le D_{nk}\omega_k(f,\delta) \qquad (6)$$

$$\left||s^{(k)}|\right|\le D^0_{nk}\omega_k\left(f,\tfrac{1}{n}\right) \qquad (7)$$

Докажем (4). Пользуясь свойствами 1° и 2° и (3) имеем

$$\omega_k(s,\delta)\le\omega_k(f,\delta)+\omega_k(s-f,\delta)\le\omega_k(f,\delta)+2^k\left||f-s|\right|\le\omega_k(f,\delta)+2^kC_1\omega_k(f,\tfrac{1}{n}).$$

Докажем (7). Положим в (4) $\delta=\frac{1}{n}$. Тогда $\omega_k(s,\frac{1}{n})\le(1+2^kC_1)\omega_k(f,\frac{1}{n})$ после чего, применение неравенства (1) дает

$$\left||s^{(k)}|\right|\le n^kD'_{nk}\cdot\left|\left|\Delta_{\frac{1}{n}}^k s\right|\right|\le n^k\cdot D'_{nk}\omega_k\left(s,\tfrac{1}{n}\right)\le n^kD'_{nk}\left(1+2^kC_1\right)\omega_k\left(f,\tfrac{1}{n}\right)=n^kD_{nk}\omega_k(f,\tfrac{1}{n})$$

Докажем (5). В силу свойства 3° и (7)

$$\omega_k(s,\delta)\le\delta^k||s^{(k)}||\le D_{nk}\cdot n^k\omega_k(f,\tfrac{1}{n})\delta^k$$

Остается доказать (6). Пусть сперва $\delta\ge\frac{1}{n}$.Тогда из (4) следует

$$\omega_k(s,\delta) \le \omega_k(f,\delta) + 2^k C_1 \omega_k(f,\delta) = (1 + 2^k C_1)\cdot \omega_k(f,\delta) \le D_{nk}^0 \omega_k(f,\delta) \quad (8)$$

Пусть теперь $\delta \le \frac{1}{n}$. Из свойства 4° следует

$n^k \omega_k(f,\frac{1}{n})\delta^k \le 2^k \omega_k(f,\delta)$

Отсюда и из (5) получим

$$\omega_k(s,\delta) \le D_{nk} \cdot n^k \omega_k\left(f,\frac{1}{n}\right)\delta^k \le D_{nk} \cdot 2^k \omega_k(f,\delta) \le D_{nk}^0 \omega_k(f,\delta). \quad (9)$$

Из (8) и (9) получим (6). Таким образом, теорема полностью доказана.

Следствие 1. Пусть для некоторого $k\epsilon\mathbb{N}$ и любого $n\epsilon\mathbb{N}$ для $s\epsilon S_n^r$ выполнено

$$||f - s|| \le C_2 \omega_k\left(f,\frac{1}{n}\right) \quad (10)$$

Тогда для любого $\delta > 0$

$$\omega_k(s,\delta) \le C_3 \omega_k(f,\delta) \quad (11)$$

равномерно относительно *n*.

Следствие 2. Пусть для некоторого $k\epsilon\mathbb{N}$ и любого $n\epsilon\mathbb{N}$ для $s\epsilon S_n^r$ выполнено

$$||f - s|| \le C_4 \omega_k\left(f,\frac{1}{n}\right) \quad (12)$$

Тогда

$$\left||s^{(k)}\right|| \le C_5(k) n^k \omega_k\left(f,\frac{1}{n}\right) \quad (n = 1,2,3,\ldots) \quad (13)$$

ЛИТЕРАТУРА

[1] Стечкин С.Б. Обобщение некоторых неравенств С.Н. Бернштейна // Докл. АН СССР. 1948. Т.60, №9. С.1511-1514.

[2]Стечкин С.Б. О порядке наилучших приближений непрерывных функций // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1951. Т.15. С.219-242.

[3]Бабенко В.Ф., Экстремальные задачи теории приближения и неравенства для перестановок // Докл. АН СССР. 1986. С.290.

[4]Тихомиров В.М. Поперечники множеств в функциональных пространствах и теория наилучших приближений // УМН. Том 15, №3, 1960 г., с. 81-120.

[5]Субботин Ю.Н., Теляковский С.А. Асимптотика констант Лебега интерполяционных периодических сплайнов с равноотстоящими узлами // Матем. сборник. Том 191, №8, 2000г., с. 131-140.

[6]Бабенко В.Ф., Пичугов А.С. Неравенства типа Бернштейна для полиномиальных сплайнов в пространстве L_2 // Укр. мат. журн. Том 43, №3, 1991 г., с.420-422.

[7]Золотаревский В.А. Конечномерные методы решения сингулярных интегральных уравнений замкнутых контурах интегрирования Кишинев, 1991 г.

Женсикбаев К. С., Женсикбаев С. К.

Бернштейн теңсіздігінің жалпылауы мен берілген функцияны және оны жуықтайтын сплайндардың дифференциалдық қасиеттері

Түйіндеме. Бернштейн теңсіздігі жалпылауының негізінде функцияның және оны жуықтайтын сплайндардың k ретті үзіліссіздік модульдері арасындағы байланыс орнатылған.

Негізгі сөздер: Бернштейн теңсіздігінің жалпылауы,полиномиалдық сплайндар, Джексон теңсіздігі, k ретті үзіліссіздік модулі.

ZhensikbayevK.S., ZhensikbayevS.K.

Generalization of the Bernstein inequality for splines and differential properties of splines approximating a given function

Summary. On the basis of generalization of Bernstein inequality for polynomial splines the connection between the moduli of continuity of the order $k$of the function and its approximating spline are established.

Keywords: Generalization of Bernstein inequality, polynomial splines , Jackson inequality, modulus of continuity of the order k.

УДК 517.948.34

Н. Атахан, А. Е. Мирзакулова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
e-mail: atakhan-nilupar@mail.ru, aziza.mirzakulova@mail.ru)

БАСТАПҚЫ СЕКІРІСТІ СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ИНТЕГРАЛДЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ҮШІН ШЕКАРАЛЫҚ ЕСЕП ШЕШІМІНІҢ АСИМПТОТИКАЛЫҚ ЖІКТЕЛУІ

Түйіндеме. Мақалада сингулярлы ауытқыған интегралды-дифференциалдық теңдеулер үшін m-ші ретті бастапқы секірісі бар бөлінбеген шеттік есеп шешімінің асимптотикалық жіктелуі құрылды. Кіші параметр бойынша кез-келген дәлдікпен асимптотиканың қалдық мүшесін бағалау туралы теорема алынды.

Түйінді сөздер: сингулярлы ауытқу, интегралды-дифференциалдық теңдеулер, кіші параметр, асимптотикалық жіктелу, бастапқы секірісі, шекаралық қабат.

Сингулярлы ауытқыған сызықты интегралды-дифференциалдық

$$L_\varepsilon y \equiv \varepsilon y^{(n)}(t) + \sum_{i=1}^{n} A_i(t) y^{(n-i)}(t) = F(t) + \int_0^1 \sum_{i=0}^{m+1} H_i(t,x) y^{(i)}(x)dx \qquad (1)$$

теңдеуін келесі түрдегі шекаралық шарттармен қарастырайық:

$$h_i y(t,\varepsilon) \equiv \sum_{j=0}^{m+1-i} \left[\alpha_{ij} y^{(j)}(0,\varepsilon) + \beta_{ij} y^{(j)}(1,\varepsilon)\right] = a_i, \quad i = \overline{1,n}\ , \qquad (2)$$

мұндағы $\varepsilon > 0$ – кіші параметр, $a_i, i = \overline{1,n}$ - ε параметрінен тәуелсіз белгілі тұрақты шамалар, $m = fix \in \{0,1,...,n-2\}$.

Келесі шарттар орындалсын:

I. $A_i(t),\ F(t) \in C^{N+2(n-1-m)}[0,1]\ , i = \overline{1,n}$, ал $H_i(t,x) \in C^{N+n-1-m}(D)\ , i = \overline{0,m+1}$, мұндағы $D = (0 \le t \le 1,\ 0 \le x \le 1)$;

II. $A_1(t) \ge \gamma = const > 0,\ 0 \le t \le 1$;

III. $\alpha_{1,m} \ne 0$.

[1] жұмысында (1), (2) есебінің шешімі үшін келесі шектік теңдіктер орнатылған болатын:

$$\begin{aligned} &\lim_{\varepsilon \to 0} y^{(i)}(t,\varepsilon) = \bar{y}^{(i)}(t), && i = \overline{0,m-1},\ 0 \le t \le 1, \\ &\lim_{\varepsilon \to 0} y^{(m+i)}(t,\varepsilon) = \bar{y}^{(m+i)}(t), && i = \overline{0,n-1-m},\ 0 < t \le 1, \end{aligned} \qquad (3)$$

мұндағы $\bar{y}(t)$ - келесі өзгертілген ауытқымаған шекаралық есебінің шешімі

$$L_0 \bar{y}(t) \equiv A_1(t)\bar{y}^{(n-1)}(t) + \sum_{i=2}^{n} A_i(t)\bar{y}^{(n-i)}(t) = F(t) + \int_0^1 \sum_{i=0}^{m+1} H_i(t,x)\bar{y}^{(i)}(x)dx + \Delta(t)\ ,$$

$$h_1 \bar{y}(t) = a_1 + \alpha_{1,m}\Delta_0, \quad h_i \bar{y}(t) = a_i, i = \overline{2,n},$$

ал $\Delta(t)$ және Δ_0 сәйкесінше интегралдық мүшенің және шешімнің бастапқы секірістері деп аталады.

(3) теңдіктерден $y^{(m+i)}(t,\varepsilon),\ i = \overline{0,n-1-m}$ үшін $t = 0$ нүктесінде бірқалыпты асимптотикалық жіктелу болмайтындығын көруге болады. Сонымен қатар, [1] жұмыста асимптотикалық жіктелудің дәлдігі туралы айтылмаған. Сондықтан (1), (2) есебінің шешімі үшін кез-келген дәлдікпен бірқалыпты асимптотикалық жіктелу құру туралы сұрақ қоюға болады. Бұл жұмыс осы айтылған сұраққа арналады.

(1), (2) есебінің шешімі $m-$ ретті бастапқы секіріске ие болғандықтан [1], қойылған шекаралық есеп шешімінің формальды асимптотикалық жіктелуін келесі түрде іздейміз:

$$y(t,\varepsilon) = y_\varepsilon(t) + \varepsilon^m w_\varepsilon(\tau), \quad \tau = \frac{t}{\varepsilon}, \qquad (4)$$

мұндағы $y_\varepsilon(t)$ - (1), (2) есебінің шешімінің асимптотиканың регулярлы бөлігі, ал $w_\varepsilon(\tau)$ - шекаралық қабатты бөліктері деп аталады және сәйкесінше келесі түрде анықталады:

$$y_\varepsilon(t) = y_0(t) + \varepsilon y_1(t) + \varepsilon^2 y_2(t) + \ldots$$
$$w_\varepsilon(\tau) = w_0(\tau) + \varepsilon w_1(\tau) + \varepsilon^2 w_2(\tau) + \ldots \quad (5)$$

(4) теңдікті (1) формулаға қойып және t және τ айнымалыларынан тәуелді мүшелерді бөлек жазып, $y_\varepsilon(t)$ және $w_\varepsilon(\tau)$ қатысты келесі теңдеулерді аламыз:

$$\varepsilon y_\varepsilon^{(n)}(t) + \sum_{i=1}^{n} A_i(t) y_\varepsilon^{(n-i)}(t) = F(t) + \int_0^1 \sum_{i=0}^{m+1} H_i(t,x) y_\varepsilon^{(i)}(x)dx + \int_0^\infty \sum_{i=0}^{m+1} \varepsilon^{m+1-i} H_i(t,\varepsilon s) w_\varepsilon^{(i)}(s)ds \quad (6)$$

$$w_\varepsilon^{(n)}(\tau) + A_1(\varepsilon\tau) w_\varepsilon^{(n-1)}(\tau) + \varepsilon A_2(\varepsilon\tau) w_\varepsilon^{(n-2)}(\tau) + \ldots + \varepsilon^{n-1} A_n(\varepsilon\tau) w_\varepsilon(\tau) = 0 \quad (7)$$

Енді (5) жіктелуді (6), (7) формулаларға қойып, $A_i(\varepsilon\tau), i = \overline{1,n}$, $H_i(t,\varepsilon s), i = \overline{0,m+1}$ функцияларын ε дәрежесі бойынша қатарларға жіктеп және бірдей ε дәрежелерінің алдындағы коэффициенттерді теңестеріп $y_k(t)$ және $w_k(\tau)$ функцияларын анықтайтын теңдеулер тізбегін аламыз $y_0(t)$ және $y_k(t), k \geq 1$ функциялары келесі интегралды-дифференциалдық теңдеулерден анықталады:

$$A_1(t) y_0^{(n-1)}(t) + \sum_{i=2}^{n} A_i(t) y_0^{(n-i)}(t) = F(t) + \int_0^1 \sum_{i=0}^{m+1} H_i(t,x) y_0^{(i)}(x)dx - H_{m+1}(t,0) w_0^{(m)}(0), \quad (8_0)$$

$$A_1(t) y_k^{(n-1)}(t) + \sum_{i=2}^{n} A_i(t) y_k^{(n-i)}(t) = F_k(t) + \int_0^1 \sum_{i=0}^{m+1} H_i(t,x) y_k^{(i)}(x)dx - H_{m+1}(t,0) w_k^{(m)}(0), k \geq 1, \quad (8_k)$$

мұндағы $F_k(t)$ - келесі түрде анықталатын белгілі функция:

$$F_k(t) = \int_0^\infty \sum_{j=1}^{k} \frac{s^j}{j!} H_{m+1}^{(j)}(t,0) w_{k-j}^{(m+1)}(s)ds + \int_0^\infty \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=0}^{k-i} \frac{s^j}{j!} H_{m+1-i}^{(j)}(t,0) w_{k-i-j}^{(m+1-i)}(s)ds - y_{k-1}^{(n)}(t), \; k = \overline{1,m+1}, \quad (9)$$

$$F_k(t) = \int_0^\infty \sum_{j=1}^{k} \frac{s^j}{j!} H_{m+1}^{(j)}(t,0) w_{k-j}^{(m+1)}(s)ds + \int_0^{\infty} \sum_{i=1}^{m+1} \sum_{j=0}^{k-i} \frac{s^j}{j!} H_{m+1-i}^{(j)}(t,0) w_{k-i-j}^{(m+1-i)}(s)ds - y_{k-1}^{(n)}(t), \quad k \geq m+2.$$

$w_0(\tau)$ және $w_k(\tau), \; k \geq 1$ функциялары келесі дифференциалдық теңдеулерден анықталады:

$$w_0^{(n)}(\tau) + A_1(0) w_0^{(n-1)}(\tau) = 0, \quad (10_0)$$

$$w_k^{(n)}(\tau) + A_1(0) w_k^{(n-1)}(\tau) = \Phi_k(\tau), \quad (10_k)$$

мұндағы $\Phi_k(\tau)$ - белгілі функция:

$$\Phi_k(\tau)=\begin{cases}-\sum\limits_{j=1}^{k}\dfrac{\tau^j}{j!}A_1^{(j)}(0)\overset{(n-1)}{w}_{k-j}(\tau)-\sum\limits_{m=0}^{k-1}\sum\limits_{j=0}^{m}\dfrac{\tau^j}{j!}A_{k+1-m}^{(j)}(0)\overset{(n-1+m-k)}{w}_{m-j}(\tau), & k=\overline{1,n-1},\\ -\sum\limits_{j=1}^{k}\dfrac{\tau^j}{j!}A_1^{(j)}(0)\overset{(n-1)}{w}_{k-j}(\tau)-\sum\limits_{m=k+1-n}^{k-1}\sum\limits_{j=0}^{m}\dfrac{\tau^j}{j!}A_{k+1-m}^{(j)}(0)\overset{(n-1+m-k)}{w}_{m-j}(\tau), & k\ge n.\end{cases} \tag{11}$$

$y_\varepsilon(t)$ және $w_\varepsilon(\tau)$ жіктелудің мүшелерін бірмәнді анықтау үшін (4) формуланы (5)-ті ескере отырып, (2) шартқа қойып, келесі теңдіктерді аламыз:

$$\sum_{j=0}^{m+1-i}\alpha_{ij}[y_0^{(j)}(0)+\varepsilon y_1^{(j)}(0)+...+\varepsilon^{m-j}(\overset{(j)}{w}_0(0)+\varepsilon\overset{(j)}{w}_1(0)+...)]+ \tag{12}$$

$$+\sum_{j=0}^{m+1-i}\beta_{ij}[y_0^{(j)}(1)+\varepsilon y_1^{(j)}(1)+...+\varepsilon^{m-j}(\overset{(j)}{w}_0(\frac{1}{\varepsilon})+\varepsilon\overset{(j)}{w}_1(\frac{1}{\varepsilon})+...)]=a_i,\ i=\overline{1,n}.$$

(12) теңдіктегі $\overset{(j)}{w}_k\left(\dfrac{1}{\varepsilon}\right), k=0,1,...$ мүшелерді ескермеуге болады, яғни оларды ε кез-келген дәрежелерімен салыстыруға келмейді. (12) теңдіктердегі бірдей ε дәрежелерінің алдындағы коэффициенттерді теңестерсек, $y_k(t)$ және $w_k(\tau)$, $k\ge 1$ коэффициентеріне қосымша шарттар анықтаймыз. Нөлінші жуықтауда $y_0(t)$ үшін келесі шекаралық шарттар орынды:

$$h_1y_0=a_1-\alpha_{1m}\overset{(m)}{w}_0(0),\quad h_iy_0=a_i,\ i=\overline{2,n}\quad . \tag{13_0}$$

$w_0(\tau)$ коэффициенті үшін тек бір ғана $\overset{(m)}{w}_0(0)$ бастапқы шарты белгілі және ол (8_0), (13_0) есептерінен анықталады. $w_0(\tau)$ анықтайтын қалған жетпейтін шарттарды табу үшін (10_0) теңдеуді τ-дан ∞-ке дейін интегралдап, ретін төмендетеміз және $\overset{(i)}{w}_0(\infty)=0, i=\overline{0,n-1}$ шартын ескереміз. Нәтижеде $n-1-m$ қадамнан кейін $\overset{(m+1)}{w}_0(\tau)+A_1(0)\overset{(m)}{w}_0(\tau)=0$ теңдеуін аламыз. Осы теңдіктен $\overset{(m+1)}{w}_0(0)=-A_1(0)\overset{(m)}{w}_0(0)$ бастапқы шартын анықтаймыз. (10_0) теңдеудің біртіндеп төмендету үрдісін жалғастыра отырып, нәтижеде $w_0(\tau)$ үшін келесі бастапқы шарттарды аламыз :

$$\overset{(i)}{w}_0(0)=(-A_1(0))^{i-m}\overset{(m)}{w}_0(0),\ i=\overline{0,n-1}. \tag{14_0}$$

Осылайша, асимптотикалық жіктеудің нөлдік жуықтауы құрылды.

k-шы жуықтауда $y_k(t)$, $k=1,2,...,m-1$ функциясын анықтайтын шекаралық шарттарды аламыз:

$$h_1y_k+\alpha_{1m}\overset{(m)}{w}_k(0)+\sum_{j=1}^{k}\alpha_{1,m-j}\overset{(m-j)}{w}_{k-j}(0)=0,$$

$$h_2y_k+\sum_{j=1}^{k}\alpha_{2,m-j}\overset{(m-j)}{w}_{k-j}(0)=0,$$

(15_{k1})

$$\begin{aligned} &h_i y_k = 0, && i=\overline{3,n};\ \ k=1,2,...,i-2,\\ &h_i y_k + \sum_{j=i-1}^{k} \alpha_{i,m-j}\, w_{k-j}^{(m-j)}(0) = 0, && i=\overline{3,n},\ \ k=i-1,...,m-1, \end{aligned} \qquad (15_{k2})$$

$y_k(t)$ коэффициентінің $k=m,m+1,...$ мәндері үшін келесі шекаралық шарттарды аламыз:

$$\begin{aligned} &h_1 y_k + \alpha_{1m}\, w_k^{(m)}(0) + \sum_{j=1}^{m} \alpha_{1,m-j}\, w_{k-j}^{(m-j)}(0) = 0,\\ &h_i y_k + \sum_{j=i-1}^{m} \alpha_{i,m-j}\, w_{k-j}^{(m-j)}(0) = 0,\ \ i=\overline{2,n} \end{aligned} \qquad (15_{k3})$$

$w_k(\tau), k\ge 1$ коэффициенті үшін $w_k^{(m)}(0)$ бастапқы шарты (8_k), (15_{k1}), (15_{k2}) , (15_{k3}) есептерінен анықталады. $w_k(\tau)$ анықтайтын шарт табу үшін (10_k) теңдеудің төмендету тізбек процесін жалғастыра отырып және $w_k^{(i)}(\infty)=0, i=\overline{0,n-1}$ шартын ескереміз. Нәтижеде $w_k(\tau)$ функциясын анықтайтын келесі бастапқы шарттарды аламыз :

$$w_k^{(i)}(0)=\begin{cases} \dfrac{(-1)^{m-i}\, w_k^{(m)}(0) + (-1)^{n-1-i} \int\limits_0^{\infty} \sum\limits_{j=n-1-m}^{n-2-i} \dfrac{s^j}{j!} A_1^{j-(n-1-m)}(0)\Phi_k(s)ds}{A_1^{m-i}(0)}, & i=\overline{0,m},\\ (-A_1(0))^{i-m}\, w_k^{(m)}(0) + (-1)^{n-i} \int\limits_0^{\infty} \sum\limits_{j=n-1-i}^{n-2-m} \dfrac{s^j}{j!} A_1^{j-(n-1-i)}(0)\Phi_k(s)ds, & i=\overline{m+1,n-1} \end{cases} \qquad (16_k)$$

Осылайша, асимптотикалық жіктеудің k-шы жуықтауы құрылды. (10_0), (14_0) және (10_k), (16_k) есептерінің шешімі $w_0(\tau)$, $w_k(\tau), k\ge 1$, $\tau\ge 0$ үшін келесі бағалаулар орынды:

$$\left| w_k^{(i)}(\tau) \right| \le K\exp(-\gamma\tau), i=\overline{0,n-1}, \qquad (17)$$

мұндағы $K>0, \gamma>0-$ ε-нан тәуелсіз кейбір тұрақтылар.

(4), (5) жіктеудің N-ші дербес қосындысын құрайық:

$$\bar{y}_N(t,\varepsilon) = \sum_{k=0}^{N} \varepsilon^k y_k(t) + \varepsilon^m \sum_{k=0}^{N+n-1-m} \varepsilon^k\, w_k(\tau),\ \ \tau=\frac{t}{\varepsilon}, \qquad (18)$$

мұндағы $y_0(t)$ коэффициенті (8_0),(13_0) есебінен бірмәнді анықталады, ал $y_k(t), k=\overline{1,N}$ коэффициенттері (8_k), (15_{k1}), (15_{k2}) және (8_k), (15_{k3}) бірмәнді анықталады және олар $n-1$ ретті туындыларымен қоса $0\le t\le 1$ аралықта шенелген. $N\ge m$ жағдайда $w_k(\tau), k=\overline{0,N-m}$ коэффициенттері (10_k), (16_k) есептерінен бірмәнді анықталады және олар $n-1$ ретті туындыларымен қоса $\tau\ge 0$ үшін шекаралық қабатты функциялар болады, яғни (17) бағалаулар болады, ал $w_k(\tau), k=\overline{N+1-m, N+n-1-m}$ коэффициенттері (10_k) теңдеуінен

$$w_k^{(i)}(0)=\begin{cases}0, & i=\overline{0,k-(N+1-m)},\\ \dfrac{(-1)^{m-i}\,w_k^{(m)}(0)+(-1)^{n-1-i}\int_0^{\infty}\sum_{j=n-1-m}^{n-2-i}\frac{s^j}{j!}A_1^{j-(n-1-m)}(0)\Phi_k(s)ds}{A_1^{m-i}(0)}, & i=\overline{k-(N-m),m},\\ (-A_1(0))^{i-m}\,w_k^{(m)}(0)+(-1)^{n-i}\int_0^{\infty}\sum_{j=n-1-i}^{n-2-m}\frac{s^j}{j!}A_1^{j-(n-1-i)}(0)\Phi_k(s)ds, & i=\overline{m+1,n-1}\end{cases}$$

(19к)

бастапқы шарттарынан бірмәнді анықталады және $\tau\ge 0$ үшін $w_k^{(i)}(\tau), i=\overline{0,k-(N+1-m)}$ функциялары шенелген, ал $i=\overline{k-(N-m),n-1}$, $\tau\ge 0$ үшін шекаралық қабатты функциялар болады. $N<m$ жағдайда $w_k(\tau), k=\overline{0,N+n-1-m}$ коэффициенттері (10к),(19к) есебінен анықталады және $\tau\ge 0$ үшін $w_k^{(i)}(\tau), i=\overline{0,k-(N+1-m)}$ функциялары шенелген, ал для $i=\overline{k-(N-m),n-1}$, $\tau\ge 0$ үшін шекаралық қабатты функциялар болады.

Теорема. Егер I-III шарттар орындалса, онда $\varepsilon_0>0$ және $K>0$ тұрақтылары табылып, $0<\varepsilon\le\varepsilon_0$ үшін (1), (2) шекаралық есебінің 0 □□t □1 кесіндісінде $y(t,$□□) шешімі бар, жалғыз және келесі түрде өрнектеледі:

$$y(t,\varepsilon)=\bar{y}_N(t,\varepsilon)+R_N(t,\varepsilon),$$

мұндағы $\bar{y}_N(t,\varepsilon)$ функциясы (18) формуласымен өрнектеледі, ал $R_N(t,\varepsilon)$ қалдық мүше үшін келесі бағалау орындалады:

$$\left|R_N^{(i)}(t,\varepsilon)\right|\le K\varepsilon^{N+1},\quad i=\overline{0,n-1},\quad 0\le t\le 1.$$

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Дауылбаев М.К., Атахан Н. //Асимптотические оценки решения краевых задач для сингулярно возмущенных интегро-дифференциальных уравнений. //Материалы международной научно-практической конференции "Информационные технологии: инновации в науке и образовании". Актобе 2015. С. 147-150.

Атахан Н., Мирзакулова А. Е.

Асимптотическое разложение решений краевых задач с начальными скачками для сингулярно возмущенных интегро-дифференциальных уравнений

Резюме. В статье построено асимптотическое разложение решений неразделенной краевой задачи с начальным скачком m – го порядка для сингулярно возмущенных интегро-дифференциальных уравнений. Получена теорема об оценке остаточного члена асимптотики с любой степенью точности по малому параметру.

Ключевые слова: сингулярное возмущение, интегро-дифференциальное уравнение, малый параметр, асимптотическое разложение, начальный скачок, погранслой.

Atakhan N., Mirzakulova A. E.

Asymptotic expansion of solutions of boundary value problems with initial jumps for singularly perturbed integro-differential equations

Summary. In this article we constructed an asymptotic expansion of the solution undivided boundary value problem for singularly perturbed integro-differential equations with an initial jump phenomenon m – th order. We obtain the theorem about estimation of the remainder term's asymptotic with any degree of accuracy in the small parameter.

Key words: singular perturbation, the integro-differential equation, a small parameter, asymptotic expansion, the initial jump, the boundary layer.

С.К. Коданова, Э.С. Слямова, А.К. Сулейманова, М.К. Исанова*
(Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики,
Казахский национальный университет имени Аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, *E-mail: isanova_moldir@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО РАСЧЕТУ, АНАЛИЗУ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕЛАКСАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ ПЛОТНОЙ ПЛАЗМЫ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Аннотация. В рамках данной работы разработан программный комплекс по расчету, анализу и визуализации релаксационных свойств двухкомпонентной плотной плазмы методом молекулярной динамики. Программный модуль обеспечивает пользователей широкой информацией, как в графической интерпретации, так и в табличной форме, которые получены теоретическими расчетами и с помощью физических экспериментов в лабораторных условиях. Созданный автоматизированный комплекс является удобным и надежным средством для исследования свойств плотной двухкомпонентной плазмы инерционного термоядерного синтеза. Разработанные в рамках проекта программный комплекс имеют как теоретическое, так и прикладное значение для исследования и моделирования свойств неидеальной плотной плазмы. Численные результаты полученные на основе программных модулей были сравнены с теоретическими и экспериментальными работами других авторов и имеют хорошие согласие.

Ключевые слова: плотная двухкомпонентная плазма, инерционный термоядерный синтез, программный комплекс, компьютерное моделирование, визуализация, метод молекулярной динамики.

Введение

Благодаря широкой области применения интерес к исследованию взаимодействия ионизирующего излучения с веществом не ослабевает, поскольку эта проблема, связана с энергией будущего. Особое место среди работ посвященных различным аспектам данной проблемы занимают исследования в области инерционного термоядерного синтеза (ИТС) на пучках тяжелых ионов [1-9]. Причина такого особого интереса заключается в том, что при сокращении запасов природного топлива термоядерный синтез становится одним из возможных вариантов решения энергетических проблем. ИТС на пучках тяжелых ионов представляется одним из реальных путей для создания полномасштабной энергетической установки. Одной из проблем использования плазмы является трудность ее экспериментального исследования [10-14]. Поэтому, чтобы знать свойства плотной плазмы в разных условиях, наиболее привлекательным является компьютерный эксперимент. Компьютерное моделирование дает на многие важные вопросы, которые необходимо знать для использования плотной плазмы ИТС в решениях энергетических проблем. В этой связи появились проблемы, во-первых, интенсивного исследования физических процессов, которые происходят в системе, с целью разработки на их основе технологий применения плотной плазмы, во-вторых, сделать доступной информацию о свойствах плазмы пользователям.

Программы, производящие моделирование и расчет для мишеней инерционного термоядерного синтеза очень сложны и требуют больших вычислительных затрат. Сложность программ по подобным расчетам связана с необходимостью одновременно учитывать множество различных физических процессов: перенос частиц; термодинамику плазмы; поглощение энергии драйвера; перенос излучения; уравнения состояния и множество коэффициентов поглощения; тормозная способность; время релаксация температур; выравнивания температур и т.д. Каждая из частей программы, связанная с описанием одного или нескольких из этих процессов, уже является достаточно обширной. Из анализа многочисленных экспериментальных данных становится ясно, что расчет релаксационных характеристик (время релаксация температур, выравнивания температур) является особенно важным.

Средства компьютерного моделирования и визуализации научных расчетов получили широкое распространение и составляют неотъемлемую часть современных систем автоматизированного моделирования и проектирования. Разработка таких систем, сочетающих широкую предметную функциональность с развитыми графическими интерактивными вычислительными средствами, обычно требует чрезвычайно высоких затрат и сопряжена с решением целого круга проблем, включающего архитектурное проектирование, интеграцию функционально разнородных компонентов (backend), организацию дружественного пользовательского интерфейса (frontend),

обеспечение открытости, переносимости, эффективное использование на параллельных вычислительных системах [15-16].

Визуализация является существенной частью процесса численного моделирования, обеспечивающей анализ и правильную интерпретацию результатов вычислений, а также дальнейшую работу с вычислительной моделью. В компьютерном эксперименте большую роль играет наглядность: в демонстрационных целях протекание физических процессов следует изображать на экране, что приводит к значительным затратам машинных ресурсов. Это не позволяет рассматривать системы, состоящие из большого числа частиц. Они не будут успевать перерисовываться на экране в новых положениях через малые промежутки времени, так как для расчёта сил взаимодействия друг с другом большого числа частиц требуется значительное время. Поэтому, при рассмотрении с визуализацией движение частиц, взаимодействующих друг с другом посредством потенциальной энергии, число частиц может быть только совсем небольшим[17].

В данной работе рассматривается метод молекулярной динамики (МД), суть которого состоит в решении уравнений движения частиц, определенным образом взаимодействующих между собой, с заданными начальными координатами и скоростями. Приводятся различные алгоритмы решения системы уравнений движения N частиц. Далее описывается программная оболочка, позволяющая в гибком диалоговом режиме исследовать двухкомпонентную плазму на основе компьютерного метода МД, а также визуально отслеживать за движения частиц.

Разработанный программный модуль по расчету и анализу релаксационных процессов плотной плазмы ИТС реализован на основе объектно-ориентированного языка C#, для графического отображения результатов использован набор компонентов ZedGraph. C# - типобезопасный объектно-ориентированный язык, предназначенный для разработки разнообразных безопасных и мощных приложений, выполняемых в среде .NET Framework. С помощью языка C# можно создавать обычные приложения Windows, XML-веб-службы, распределенные компоненты, приложения "клиент-сервер", приложения баз данных и т. д. Visual C# предоставляет развитый редактор кода, конструкторы с удобным пользовательским интерфейсом, встроенный отладчик и множество других средств, упрощающих разработку приложений на базе языка C# и .NET Framework. Для построения графиков разработано множество внешних библиотек и компонентов. В большинстве своем это закрытые и/или платные продукты, но среди свободных существует ряд компонентов, не уступающие платным по функциональности. В данной работе использовалась одна из таких библиотек - ZedGraph, позволяющая строить графики любой сложности. ZedGraph является кроссплатформенным плагинам, однако для совместимости со средой Microsoft Visual Studio используется их интерпретация в качестве компонентов платформы Microsoft .NET Framework [18-19].

Программный модуль предоставляет пользователю возможность задавать параметры задачи, вести наблюдение за ходом выполнения расчетов (Рис. 1). Результаты выводятся на экран по ходу их вычисления в виде графика. Программа позволяет производить расчет в широком диапазоне параметров плотной плазмы.

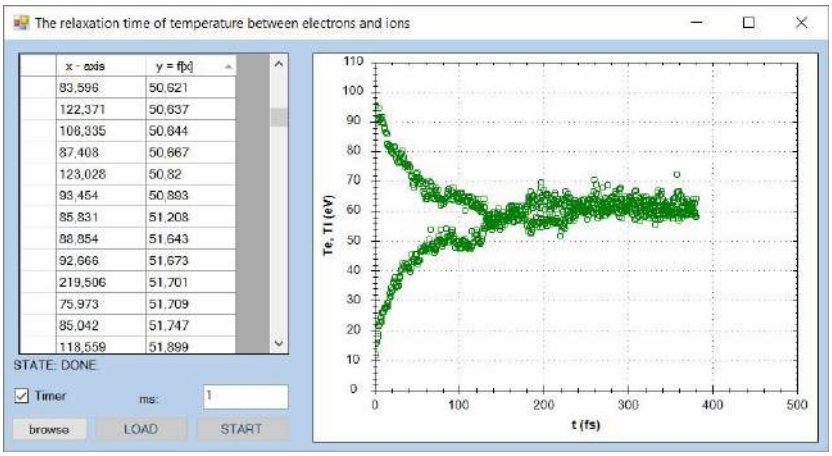


Рис. 1. Окно расчета времени релаксации температур на основе метода МД

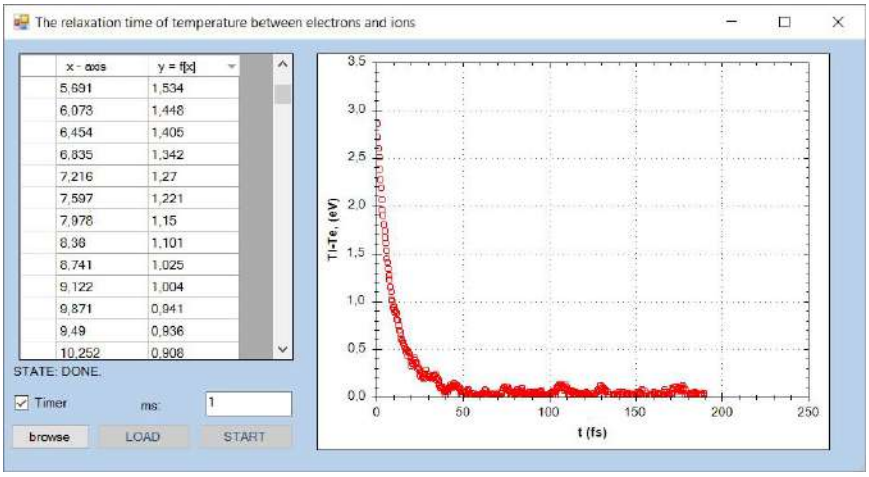


Рис. 2. Программное обеспечение по расчету времени релаксации

Для визуализации релаксационных процессов двухкомпонентной плазмы методом МД разработан программный модуль "PLCODE" (Рис.3-4). Мощным методом для изучения релаксационных свойств и процессов в плотной плазме является компьютерное моделирование методом молекулярной динамики. Суть метода молекулярной динамики заключается в решении уравнений движения для каждой частицы плазмы в различные моменты времени, разделенных малым интервалом. При этом в каждый момент времени рассчитываются силы, действующие на каждую отдельную частицу со стороны остальных частиц. Как результат собираются данные о координатах и скоростях всех частиц в каждый момент времени в течении большого числа шагов. Программный комплекс "PLCODE" представляет из себя интерфейс реализованный на языке программирование C# предназначенный для моделирования плотной плазмы методом молекулярной динамики с возможностью 3D визуализации проводимых расчетов, а также с возможностью отображения результатов в виде графиков в режиме реального времени.

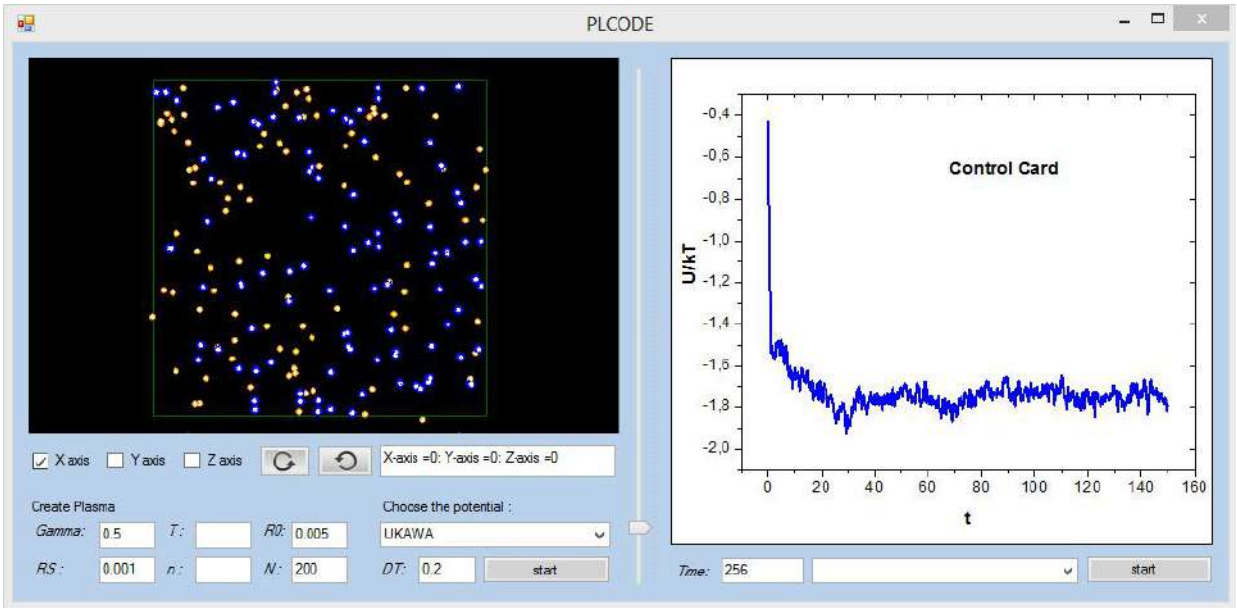


Рис. 3. Интерфейс программного комплекса "PLCODE"

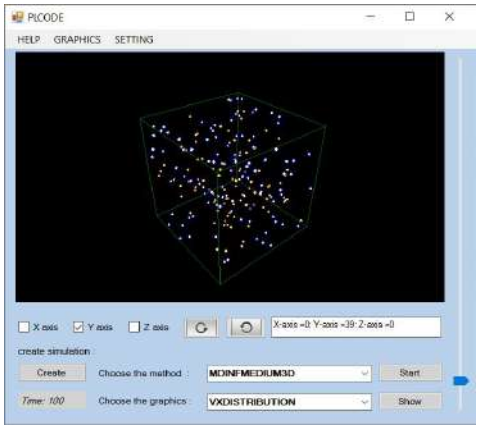


Рис. 4. 3D визуализации движения частиц двухкомпонентной плазмы

Расчетная часть программного комплекса "PLCODE" состоит из трех пространств имен: "GEOTOOLS", "PHYTOOLS", "SOLUTIONS". Каждое пространство имен содержит реализованные и абстрактно наследуемые классы и хранится в отдельной папке с идентичными названиями. Такое разбиение программы гарантирует гибкость кода а также возможность совершенствование и возрастание программного кода без особых изменений предыдущего кода. На рисунке 5 приведена схема программного комплекса "PLCODE".

Пространство имен "GEOTOOLS" (инструмент геометрий) - содержит в себе классы предназначенные для решения геометрических задач а также задач визуализаций на необходимом уровне (визуализация реализуется путем использование библиотеки OPENGL), то есть служит в качестве мини 3d-графического редактора, а при совершенствовании есть возможность доведения до уровня полноценных 3d-графических редакторов. "GEOTOOLS" состоит из классов: "GCOLOR3f", "GPOINT3f", "GVECTOR3f", "GDISTANCE3f", "GBOX3f" и из абстрактного класса "GOBJECT3f" а также из статичного класса "UNIQUENUMBER" который задает уникальный номер для каждого созданного объекта из выше перечисленных классов. Также "GEOTOOLS" содержит в себе перечисление "COLORTITLE".

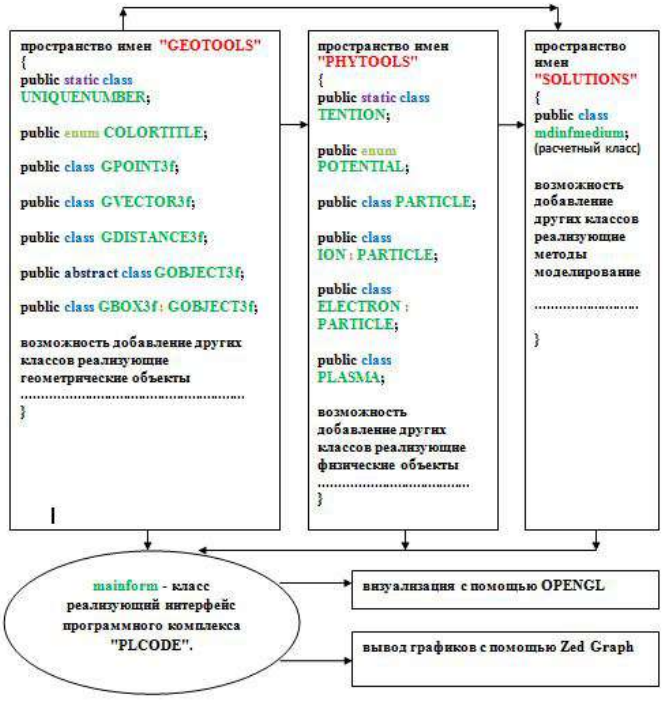


Рис. 5. Схема программного комплекса "PLCODE"

Пространство имен "PHYTOOLS" (инструмент физики) - содержит в себе классы предназначенные для решения физических задач. В данном имени пространств реализован перечислитель (enum) POTENTIAL которое содержит в себе имена потенциалов, также реализован статический класс TENSION содержащий единственный метод "GETVECTORVALUE3f" который возвращает векторную величину напряженности поля от одного заряда в заданной точке. Основными классами пространство имен "PHYTOOLS" являются классы "PARTICLE" его наследники "ELECTRON" и "ION" а также класс "PLASMA". Класс "PARTICLE" представляет из себя кодовую реализацию реальной физической частицы так как в качестве параметров содержит величины как масса, заряд, длину волны, а также векторные величины как скорость, действующая на нее сила и положение частицы в пространстве. Классы "ELECTRON" и "ION" являются наследниками класса "PARTICLE" отличающиеся между собой массой, зарядом и длиной волны. Класс "PLASMA" содержит в себе массив объектов класса "ELECTRON" и "ION", а также параметры физической плазмы таких как параметр связи, концентрацию, температуру плазмы и т.д.

Пространство имен "SOLUTIONS" предназначен для хранения классов, реализующие определенные методы моделирования плотной плазмы. В данном случае пространство имен "SOLUTIONS" хранит единственный класс "mdinfmedium". Этот класс реализует моделирование плазмы в бесконечной среде методом молекулярной динамики. В качестве входных параметров принимает объект плазмы и шаг по времени. Объект плазмы создается пользователем и передается объекту класса "mdinfmedium". Объекту класса "mdinfmedium" запускается пользователем в отдельном потоке(нить) с помощью вызова метода main объекта класса "mdinfmedium".

Создание и использование информационной системы, предоставляющей достоверную информацию по достаточно широкому спектру свойств плотной плазмы, является одной из современных форм научного исследования. Программный модуль сочетает в себе пользовательский интерфейс пакета с мощными алгоритмами и численными методами высокого уровня. Этот модуль помогает ученым, инженерам и экспериментаторам в сфере изучения физики плазмы исследовать процессы, происходящие в двухкомпонентной плазме. Программный комплекс включает набор инструментов, которые служат как в целях обучения, так и в качестве основы для будущих самостоятельных работ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] В.Е. Фортов. Экстремальные состояния вещества. – Москва, ФИЗМАТЛИТ (2009).

[2] V.E. Fortov. Extreme states of matter on Earth and in the Cosmos. – Berlin, Springer (2009).

[3] В.Е. Фортов, Д. Хоффманн, Б.Ю. Шарков. УФН. Т. 178, №2. С.114 (2008).

[4] M. Kulish, A. Golubev, A. Fertman, V. Turtikov, A. Tauschwitz. Review of Scientific Instruments V. 74, №5 (2001).

[5] T.S. Ramazanov, S.K. Kodanova. Phys. Plasmas 8 , 5049 (2001).

[6] T.S. Ramazanov, S.K. Kodanova, Zh.A. Moldabekov, M.K. Issanova. Phys. Plasmas 20, 112702 (2013).

[7] S.K. Kodanova, T.S. Ramazanov, M.K. Issanova, Zh.A. Moldabekov, G. Nigmetova. Contrib. Plasma Phys. 55, No. 2-3, 271 – 276 (2015).

[8] M.K. Issanova, S.K. Kodanova, T.S. Ramazanov, D.H.H. Hoffmann. Contrib. Plasma Phys. 56, 425 (2016).

[9] M.T. Gabdullin, S.K. Kodanova, T.S. Ramazanov, M.K. Issanova, T.N. Ismagambetova. Nukleonika 61, №2, 125 (2016).

[10] M.K. Issanova, S.K. Kodanova, T.S. Ramazanov, N.Kh. Bastykova, Zh.A. Moldabekov, C.-V. Meister. Laser and Particle Beams, doi:10.1017/S026303461600032X (2016).

[11] S.K. Kodanova, T.S. Ramazanov, M.K. Issanova, Zh.A. Moldabekov, G. Nigmetova. Contrib. Plasma Phys. 55, No. 2-3, 271 – 276 (2015).

[12] M. Mahdavi and T. Koohrokhi. Physical Review E 85, 016405 (2012).

[13] J.R. Adams, N.S. Shilkin, V.E. Fortov, V.K. Gryaznov, V.B. Mintsev, R. Redmer, H. Reinholz, and G. Ropke. Phys. Plasmas. Vol. 14. P. 062303 (2007).

[14] Hoffmann D.H.H. et al. Phys. Rev. Vol. A 42. P. 2313 (1990).

[15] Д. Рихтер. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C#. 4-е изд., изд. Питер, 2017. – 896 с.

[16] К. Нагел, Б. Ивьен, Дж. Глинн, К. Уотсон, М. Скиннер. C# 4.0 и платформа .NET 4 для профессионалов, изд. Вильямс, 2011. – 1440 с.

[17] T.S. Ramazanov, S.K. Kodanova, N.Kh. Bastykova, Zh.A. Moldabekov. Communications in Computational Phys., Vol. 15, 2014, 981-995.

[18] Г. Шилдт. C# 4.0, изд. Вильямс, 2015. – 1056 с.

[19] Н. А. Литвиненко. Технология программирования на C++, изд. БХВ-Петербург, 2010. – 281 с.

Коданова С.К., Слямова Э.С., Исанова М.К.

Разработка программного комплекса по расчету, анализу и визуализации релаксационных свойств двухкомпонентной плотной плазмы методом молекулярной динамики

Резюме. Жұмыста екікомпонентті тығыз плазмасының релаксациялық қасиеттерін молекулалық динамика әдісі негізінде есептеу, сараптау және визуалдауға арналған бағдарламалық кешен жасақталды. Бағдарламалық модуль пайдаланушыларды зертханада физикалық эксперименттер және теориялық есептеулер арқылы алынған графикалық түсіндірме, сондай-ақ кесте түрінде де жалпы ақпаратпен қамтамасыз етеді. Құрылған автоматтандырылған кешен ИТС тығыз плазманың транспорттық қасиетін зерттеу үшін ыңғайлы және сенімді құрал болып табылады. Жоба бойынша құрылған бағдарламалық кешен идеалды емес тығыз плазманың қасиеттерін зерттеу және моделдеу үшін теориялық және практикалық маңызы бар. Бағдарламалық модуль негізінде алынған сандық нәтижелер басқа авторлардың теориялық және эксперименттік жұмыстарымен салыстырылды.

Түйін сөздер: тығыз екікомпонентті плазма, инерциялық термоядролық синтез, бағдарламалық кешен, компьютерлік моделдеу, визуалдау, молекулалық динамика әдісі.

Kodanova S.K., Slyamova E.S., Issanova M.K.

Development of software package for calculation, analysis and visualization of the relaxation properties of two-component dense plasma on the basis of molecular dynamics method

Summary. In this work developed the software package for calculation, analysis and visualization of the relaxation properties of two-component dense plasma on the basis of molecular dynamics method. The software module provides users with extensive information as graphical interpretations as well as in table, obtained by theoretical calculations and with the help of physical experiments in the laboratory conditions. Created automated complex is a convenient and reliable means to investigate properties of the dense plasma of inertial thermonuclear fusion. Software package developed by the project has both theoretical and practical importance for the investigation and simulation of non-ideal dense plasma properties. The numerical results obtained on the basis of software modules were compared with the theoretical and experimental works of other authors and have good agreement.

Key words: dense twocomponent plasma, inertial confinement fusion, software complex, computer simulation, visualization, molecular dynamics method.

УДК 631.416.8: 504.53

А.Н. Даулбаева
(АО «Университет Нархоз», Алматы, Республика Казахстан
*E-mail: almira_geo@mail.ru)

ДИНАМИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦА В ПОЧВАХ ГОРОДА АЛМАТЫ

Аннотация. Загрязнение почвенного покрова в крупных городах является одной из основных проблем охраны окружающей среды. Почва наиболее объективным и стабильный индикатор антропогенного загрязнения, в отличие от воздуха и воды. Она может отражать более точный уровень загрязняющих веществ и их распределение. Одним из сильнейших по действию и наиболее распространенным химическим загрязнителем являются тяжелые металлы.

Рассмотрены закономерности современного пространственно-временного распределения свинца в почвах города Алматы. Выявлена сезонная динамика концентрации свинца в почвах в различных районах города. Отмечено постоянство превышения ПДК в течение года.

Ключевые слова: загрязнение почв, свинец, валовое содержание, предельно допустимые концентрации.

Введение

Рост промышленности и автотранспорта приводит к увеличению выбросов в атмосферу такого тяжелого металла, как свинец и, тем самым, к ухудшению качества почв. Свинец широко используется в промышленности, на транспорте и вместе с отходами производства попадает в почву. Он расходуется в производстве аккумуляторных батарей, на изготовление красок, различных сплавов, но значительная его часть идет на для производство алкилсвинцовых присадок к топливу для двигателей внутреннего сгорания [1,2].

Наиболее серьезным источником загрязнения среды обитания организмов являются выхлопы автомобильных двигателей. При движении автомобиля от 25 до 75% этого свинца в зависимости от условий движения выбрасывается в атмосферу. Основная масса осаждается на землю, а значит, в почву [2,3]. Значительное количество свинца содержат почвы, находящиеся в непосредственной близости от автомобильных дорог.

Все тяжелые металлы по степени опасности подразделяются на три класса. Свинец не является жизненно необходимым элементом, весьма токсичен и относится к I классу опасности [3]. Он влияет на кровеносную, нервную и мочеполовую системы. Кроме того, вызывает снижение умственных способностей у детей, откладывается в костях и других тканях, поэтому опасен в течение длительного времени [4].

В связи с этим возникла необходимость оценить состояние проблемы загрязнения почвенного покрова в крупнейшем городе Казахстана, который развивается особенно стремительно.

Целью данного исследования является оценка уровня загрязнения почв города Алматы, свинцом. При этом были поставлены задачи, сравнить различные территории города на содержания свинца и определить среднее содержание данного тяжелого металла в верхнем 10 см слое почвы.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является состояние загрязнения почв города Алматы. Основными методами исследования выбраны физико-статистический, сравнительно - аналитический, математическая обработка эмпирических данных.

В качестве исходных данных использовались материалы по загрязнению почв городов Казахстана за 2013 -2015гг. [5].

Результаты исследования

В зависимости от загруженности участка улицы разными видами автотранспорта, расположения промышленных предприятий, источников теплосети, магистральных улиц, рельефа территории и т. д., выделены стационарные точки наблюдения города. Представленные пункты являются центром мониторинга загрязнения природной среды: парковая зона КазНУ; АХБК; проспект Абая и проспект Сейфулина (автомагистраль); ВАЗ; роща Баумана; Аэропорт; мкр-н Дорожник.

Рассмотрим, какова закономерность распространения свинца по районам города Алматы, за период с 2013 - 2015 гг (рис. 1).

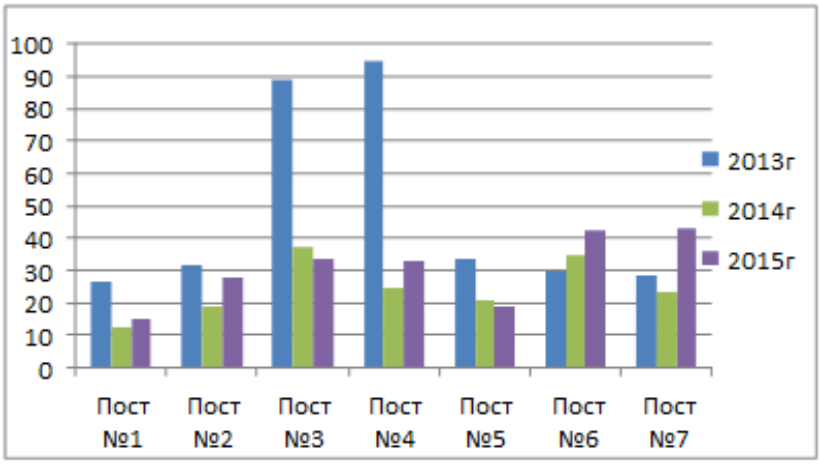


Рис. 1. Содержания свинца (в мг/кг) в различных регионах города за 2013-2015гг

Так, из рисунка 1 видно, что в 2013г на всех постах уровень содержания свинца в почвах выше по сравнению с 2014 и 2015гг. Исключение составляет посты № 6 и 7, где уровень свинца наоборот с каждым годом растет.

Поскольку главным источником свинца является автотранспорт, работающий на бензине, то наиболее высокий уровень загрязнения приходится на посты под номером 3 и 4. Как упоминалось выше, пост №4 это район ВАЗа, где проходит поток тяжелого автотранспорта, и выброс свинца довольно высок. Кроме, того там находятся мелкие предприятия, как автосалон «Меркур», «Шин-Лайн», кирпичный завод, металлургический завод «Мостоотряд». А в зоне № 3, которая находится в центральной части города на перекрестке улиц Абая и Сейфуллина, наблюдается постоянный поток автотранспорта.

По исходным данным за весенний и осенний периоды по содержанию свинца в почве были построены следующие графики (рис.2-4).

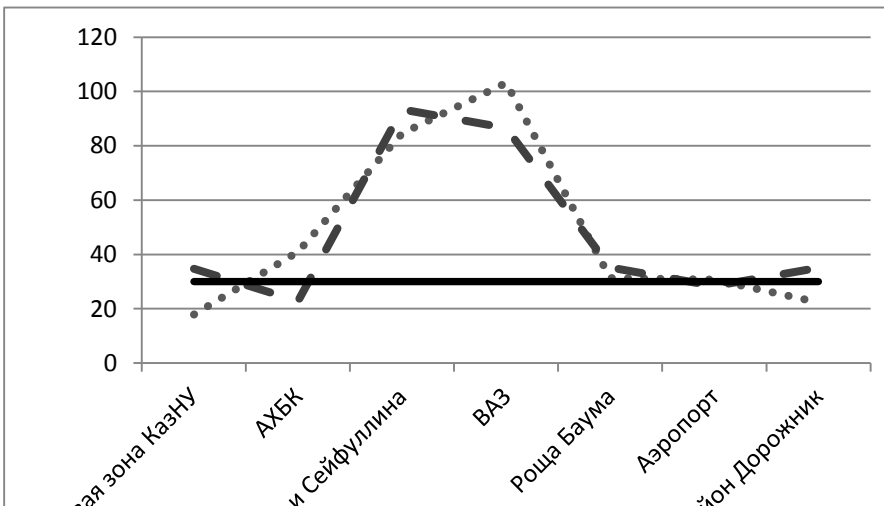


Рис. 2. Содержания свинца в различных регионах города за весенний и осенний периоды 2013 года

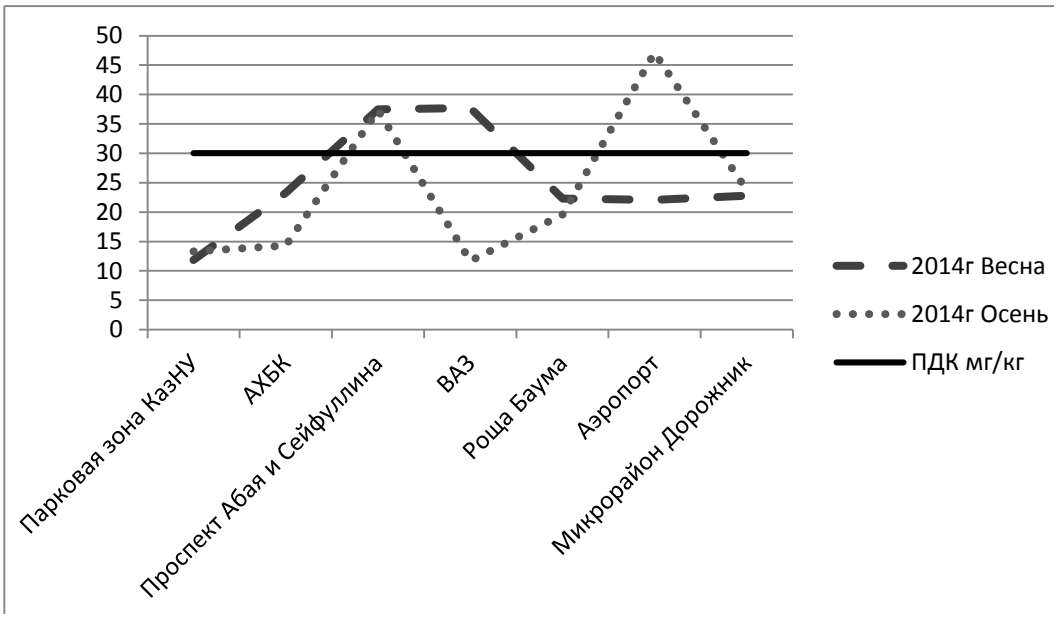


Рис. 3. Содержания свинца в различных регионах города за весенний и осенний периоды 2014 года

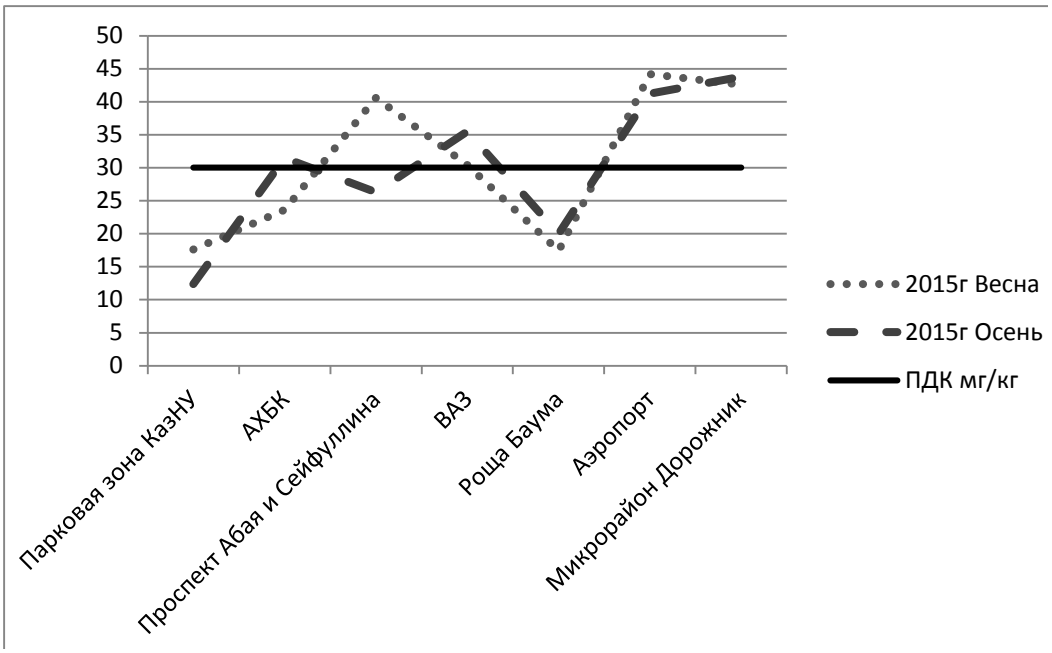


Рис. 4. Содержания свинца в различных регионах города за весенний и осенний периоды 2015 года

Согласно рисункам 2-4, превышение ПДК наблюдается в основном на постах № 3 и 4 за весь исследуемый период. Так, в наиболее загрязнённых районах города, (пост № 4 - район ВАЗа), уровень свинца составил в весенний период 103,2 мг/кг, а осенью 86,6 мг/кг за 2013г, что на 17 показателей выше ПДК. Пост пересечения улиц Абая и Сейфулина также характеризуется высокими показателями, 84,6 мг/кг весной и 93,4 мг/кг осенью за 2013г. Значительное превышение свинца в почве за 2015г показали посты № 6 и 7.

Если рассматривать сезонную динамику распределения свинца, то можно заметить незначительную разницу между весенним и осенним периодами на основных постах города. Такое соотношение можно объяснить, тем, что основным источником выброса свинца, является автотранспорт, и на пересечении главных улиц концентрируется большое количество данного загрязнителя в не зависимости от времени года [6]. Но есть исключение в распределение данного загрязнителя в разные периоды на таких постах как № 4 и № 6 за 2014 г, и на посту № 3 за 2015г.

Заключение

В результате исследования можно заключить, что содержания такого тяжелого металла, как свинец, в почвах города Алматы зависит от нескольких факторов. Основной фактор -это место расположения территоррии относительно основных источников загрязнения.

Самыми загрязненными районами, ПДК которых превышает допустимые нормы, являются регион ВАЗа, и перекресток улиц Абая и Сейфулина, где высокая проходимость автотранспорта, который является главным источника выброса свинца.

Изменение концентраций содержания свинца мало изменяется в зависимости от времени года, на таких постах как № 1,2,3,5,7. А на постах № 4 и 6 за 2014 г, разница между сезонами года, довольно значительная. В весенний период наблюдается значительный скачок превышения ПДК на посту №4 , что скорее всего связано с таким фактором как природно – климатические условия, например таяние снега. А наибольшее превышение ПДК в осенний пермод отмечено на посту №6.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бычинский В.А. Экологическая геохимия: тяжелые металлы в почвах в зоне влияния промышленного города / В.А. Бычинский, Н.В. Вашукевич. – Иркутск: Изд-во Иркутского Государственного университета, 2009. – 160 с.

[2] Ахметова Г.В., Новиков С.Г. Загрязнение свинцом почв различных категорий землепользования на территории города Петрозаводска // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1

[3] Матвеев Ю.М., Попова И.В., Чернова О.В. Проблемы нормирования содержания химических соединений в почвах // Агрохимия, 2001. - № 12. - С. 54-60

[4] Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. - М: МГУ, 2006. - 268 с.

[5] Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2013-2015 г // Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан, Казгидромет. – Алматы, 2013-2015.

[6] Кочеткова К.В., Фаизов Р.Р., Коровина Е.В., Давыдова О.А., Гусева И.Т. Эколого-химические аспекты техногенного воздействия на почвенный покров урбанизированных территорий // сборник материалов 50-й научно-технической конференции «Вузовская наука в современных условиях» **.** - Ульяновск: УлГТУ, 2016. - В 3 ч. Ч.3.– С 11 – 13.

Даулбаева А.Н.

Алматы қаласының топырағындағы қорғасынның таралу динамикасы.

Түйіндеме. Ірі қалаларда топырақ жабынының ластануы қоршаған ортаны қорғаудың негізгі мәселелерінің бірі болып табылады. Ауа және сумен салыстырғанда топырақ антропогендік ластанудың анағұрлым объективті және тұрақты индикаторы болып табылады. Топырақ ластаушы заттар мен олардың таралуының анағұрлым дәл деңгейін көрсете алады. Ең көп таралған және әрекет етуі күші күшті химиялық ластаушы заттардың бірі ауыр металдар болып табылады.

Мақалада Алматы қаласының топырағында қорғасынның заманауи кеңістіктік- мерзімдік таралу заңдылығы қарастырылады. Қаланың түрлі аудандарының топырақтарындағы қорғасын концентрациясының маусымдық динамикасы анықталған. Жыл бойына ШМК –ның арту тұрақтылығы анықталған.

Кілттік сөздер: топырақтың ластануы, қорғасын, жалпы мөлшері, шекті мөлшерлі концентрация.

Daulbayeva A.N.

Dynamics of distribution of lead in the soils of the city of Almaty

Summary. The contamination of soil in large cities, is one of the major environmental issues. Soil is the most objective and stable indicator of anthropogenic pollution, unlike air and water. Soil may reflect a more detailed level of pollutants and their distribution. One of the strongest by the action and the most common chemical contaminants are heavy metals.

The article deals with the laws of modern spatial and temporal distribution of lead in the soils of the city of Almaty. The seasonal dynamics of the concentration of lead in soils in different areas of the city. It noted the constancy of the maximum permissible concentration for a year.

Key words: soil pollution, lead, total content, the maximum allowable concentration.

УДК 574.6:669.21

О.В. Атанова, Г.Б. Жаркимбаева, Г.Р. Ахмедова, А. Тулебаева
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ

Аннотация. В статье представлены методы практического применения микроорганизмов в промышленности. Использование биотехнологических методов интенсифицирует процессы добычи минерального сырья, удешевляет процесс, снижает техногенную нагрузку на окружающую среду.

Ключевые слова: забалансовые руды, гидрометаллургия, микроорганизмы, выщелачивание, очистка.

Актуальной задачей золотодобывающей промышленности является вовлечение в промышленную эксплуатацию сложного по составу и нетрадиционного сырья (комплексных, упорных, бедных и забалансовых руд, вскрышных пород, лежалых хвостов обогащения и цианирования), что позволит существенно расширить сырьевую базу для производства золота.

Общепринятые методы извлечения золота из руд, основанные на процессах механического обогащения (гравитационного, флотационного) гидро- и пирометаллургии (амальгамация, обжиг, цианирование и др.), как правило, для подобного сырья неэффективны. В данном случае необходима разработка принципиально новых технических решений.

Для более полного извлечения металлов с высокими экономическими показателями применяют как заводской способ извлечения благородных металлов из балансовых руд с полным циклом переработки, так и относительно дешевый способ кучного выщелачивания из бедных забалансовых руд или отвалов.

Многолетняя практика Казахстанских и зарубежных предприятий кучного выщелачивания подтверждает их высокую технико-экономическую эффективность. По сравнению с традиционными фабричными технологиями кучное выщелачивание характеризуется низкими капитальными вложениями и эксплуатационными затратами, меньшим энерго- и водопотреблением, высокой производительностью труда. При использовании метода нет необходимости в тонком измельчении руд перед извлечением, что является довольно энергоемким процессом. В настоящее время способ кучного выщелачивания применяется почти в половине мировых стран лидерах золотодобычи, поэтому внедрение его идет очень быстро.

Главными типами руд, пригодных для цианирования и цианидного кучного выщелачивания, являются:

1. окисленные вкрапленные руды;
2. сульфидные руды, в которых благородные металлы не являются тесно ассоциированными с сульфидными минералами;
3. руды коренных месторождений и россыпи, содержащие тонкое золото или частицы с высоким отношением площади поверхности к весу.

Метод кучного выщелачивания является также экономически целесообразным для месторождений, где золото в руде содержится в малом количестве, так как на строительство золотоизвлекательных фабрик уходят значительные суммы.

В настоящее время на территории Казахстана с применением метода извлечения способом кучного выщелачивания отрабатываются многие месторождения, в том числе и месторождения Бестобе.

Трудность правильного выбора схемы биовыщелачивания заключается в отсутствии достаточной и достоверной информации о влиянии различных факторов на целевой процесс. При создании новой технологии обычно проводят физические исследования на лабораторных аппаратах, выбранную схему испытывают в полупромышленных условиях, полученные результаты в лучшем случае проверяют на промышленной фабрике.

Такие исследования – очень трудоемкий, дорогой и длительный процесс. Кроме того, существующие эмпирические методы выбора схем не позволяют достаточно точно и всесторонне обосновать оптимальный вариант для конкретных условий, «пробы» и «ошибки» обходятся дорого. (рисунок 1).

Способ кучного выщелачивания позволил отрабатывать не только крупные месторождения бедных руд, но и вскрышные породы, техногенное золотосодержащее сырье (хвосты обогащения руд цветных и драгоценных металлов) и небольшие по запасам месторождения (от нескольких десятков килограммов до 1-2 т), расположенные в малоосвоенных районах. Вследствие избирательности, простоты и дешевизны метод является наиболее приемлемым для извлечения золота. Но токсичность вследствие использования цианидов и необходимость обезвреживания образующихся стоков являются основными его недостатками.

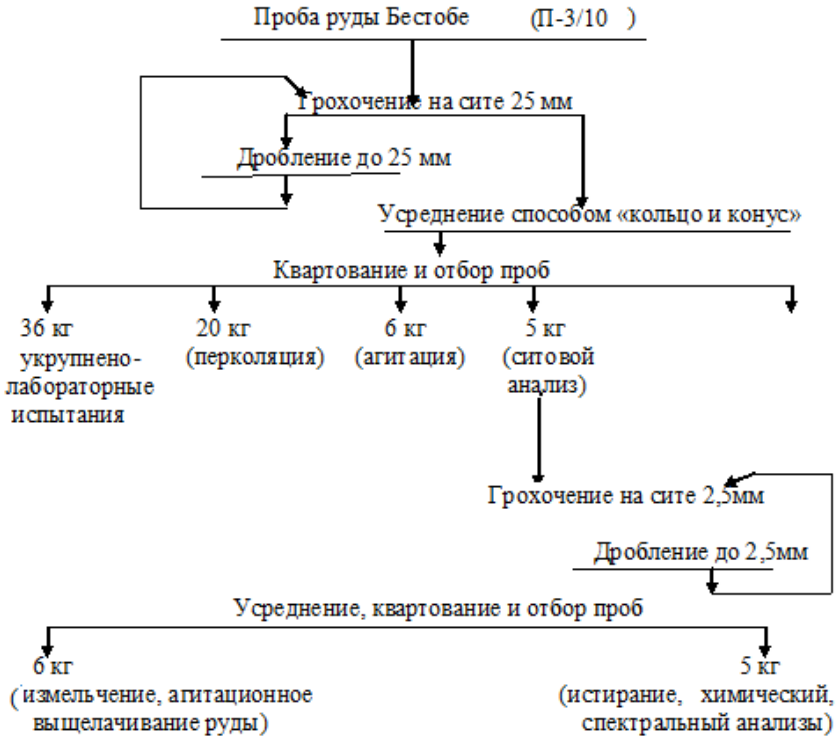


Рис.1. Схема подготовки пробы руды месторождения Бестобе к исследованиям

Биогеотехнологические методы позволяют получить дополнительное количество цветных металлов за счет утилизации «хвостов» обогатительных фабрик, шламов и отходов металлургических производств, а также переработки так называемых забалансовых руд, извлечением из морской воды и стоков. Применение биологических методов интенсифицирует процессы добычи минерального сырья, удешевляет их, при этом исключает необходимость применения трудоемких горных технологий; позволяет автоматизировать процесс.

Тем не менее, большое количество золотоизвлекательных фабрик работает с применением именно этого метода.

При выщелачивании благородных металлов из руд и другого сырья, включая промпродукты, концентраты, отвальные хвосты, актуально изучение процессов, основанных на жизнедеятельности микроорганизмов, обитающих в нейтральных и щелочных средах.

Геохимическая деятельность микроорганизмов на месторождениях тесно связана с их способностью адсорбироваться на поверхности минералов и приспосабливаться к различным формам органического вещества, находящегося в их зоне действия. Способность тех или иных микроорганизмов прикрепляться к твердым поверхностям видоспецифичны и зависит от ряда факторов.

Бактериальное окисление сульфидинах минералов является сложным процессом, включающим адсорбцию микроорганизмов на поверхности минерала или горной породы, деструкцию кристаллической решетки, транспорт в клетку минеральных элементов и их внутриклеточное окисление. Прикрепляясь к поверхности минералов, бактерии увеличивают ее гидрофильность, при этом электродный потенциал породы (ЭП) снижается, а окислительно-восстановительный потенциал среды (Eh) возрастает. [1].

Чем выше разница между Eh среды и ЭП породы, тем быстрее протекают электрохимические реакции на катоде и аноде:

$FeS2 + O2 + 4\ H+ \rightarrow Fe2+ + 2S0 + 2H2O.$

катодная реакция анодная реакция

$O2 + 4H+ + 4\ e– \rightarrow 2H2O;\ FeS2 \rightarrow Fe2+ + 2S0 + 4e–$

При отсутствии бактерий Eh среды и ЭП пирита близки, поэтому окисления не происходит. Бактерии, прежде всего, окисляют минералы с более низким ЭП, то есть анодные минералы, находящиеся на самом низком энергетическом уровне.

Наибольшей способностью адсорбироваться на всех испытанных образцах природного (глины, пески, минералы) и искусственного (высокомолекулярные соединения) происхождения обладают Staphyllococcus aureus, Sarcina lutea. Бациллы адсорбируются слабо. Подвижные культуры из рода Pseudomonas интенсивно адсорбируются на минералах и почвах. К примеру, Ps. violacea в больших количествах обнаружен на кварце, бентоните и в черноземе. Причем, после адсорбции клетки вышеназванного микроорганизма продолжали двигаться и часто заставляли двигаться почвенные частица в 2 – 20 раз превышающие по размеру бактериальные клетки (2).

Способностью закрепляться на поверхности различных минералов обладают и метаболиты бактерий, в частности аминокислоты. Процесс зависит от свойств самих аминокислот и особенности минералов, протекают быстро (3 – 5 минут) так как связан с замещением катионов металлов на поверхности минерала аминокислотами (2). В частности, установлено, что аргинин, лизин и гистидин обмениваются на К+,Ca2+ и Mg2+ из бентонита. Наибольшей поглотительной способностью обладают монтмориллониты, особенно гумбрин и бентонит, слабее – каолинит и монотермит. К примеру, гумбрин адсорбировал 1,6 мг. аргинина на 1 г. Минерала.

В связи с выше приведенными данными представляло интерес оценить адсорбционные свойства гетеротрофных бактерий Ps. aureofaciens, а также их метаболитов, накапливающихся в культуральной жидкости.

Способность бактерий прикрепляться к твердым поверхностям возможно оценить показателем гидрофобности клеток (Г %), которая определяется свойством удерживать вазелиновое масло на поверхности клеток и вычисляться по формуле:

$$ЭА\ \% = 100\ \% - 100\ \% \frac{Д}{Д_0},$$

Предварительные поисковые исследования микрофлоры на золотодобывающих производствах, позволяют выделить некоторые физиологические группы микроорганизмов, жизнеспособные в цианидных растворах в условиях местного климата и оказывающие положительное влияние на извлечение золота в растворы в процессе выщелачивания.

Для детального изучения выделенной культуры Ps. aureofaciens проведены исследования по определению оптимальных условий для ее роста, закрепления, адаптации к перерабатываемому сырью и активного воздействия на перевод золота в раствор.

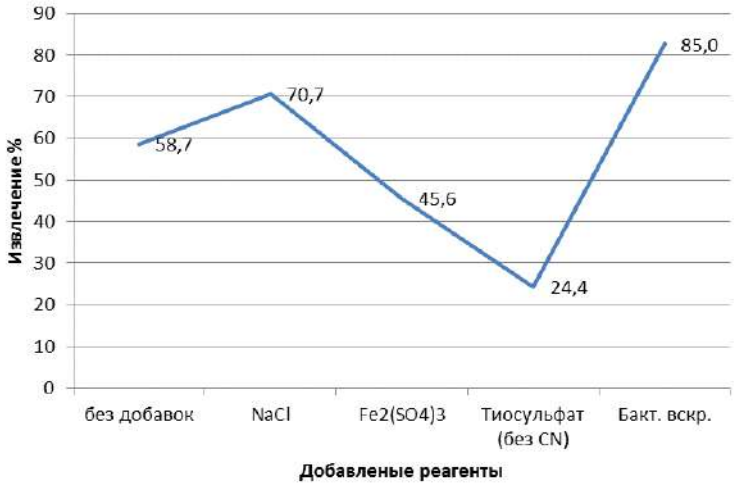


Рис. 2. Динамика извлечения золота с различными реагентами при агитационном выщелачивании.

На рисунке 2 показан график степени извлечения золота с различными окислителями. Как видно из полученных данных предварительное бактериальное выщелачивание увеличивает степени извлечения. Прямое цианирование руды дает 58 %-ное извлечения золота по раствору, предварительное биовскрытие золота дает прирост извлечения 27 %, т.е. дает 85 %.

Применение раствора хлорида натрия в присутствии окислителя – хлорного железа позволило извлечь 69,3 % золота.

Предварительная обработка руды кислым раствором сульфата железа (III) – 1,5 г/дм3 перед орошением растворами хлорида натрия повышает извлечение золота до 70 %. Обработка руды раствором сульфата железа позволяет вывести из нее различные примеси, в противном случае которые могут загрязнять рабочие золотосодержащие растворы.

Различают «прямые» и «непрямые» методы бактериального окисления металлов.

Процесс окисления железа и серы бактериями является прямым окислительным процессом:

$4\ FeSO4 + O2 + 2\ H2SO4 \rightarrow 2\ Fe2(SO4)3 + 2\ H2O,$

$S8 + 12\ O2 + 8\ H2O \rightarrow 8\ H2SO4.$

В результате прямого бактериального окисления окисляются пирит:

$4\ FeS2 + 15\ O2 + 2\ H2O \rightarrow 2\ Fe2(SO4)3 + 2\ H2SO4$

и сфалерит:

$ZnS + 2\ O2 \rightarrow ZnSO4$

Ион трехвалентного железа, образующийся в результате окисления

бактериями двухвалентного железа, служит сильным окисляющим агентом, переводящим в раствор многие минералы, например халькоцит:

$Cu2S + 2\ Fe2(SO4)3 \rightarrow 2\ CuSO4 + 4\ FeSO4 + S0$

и уранит:

$UO2 + Fe2(SO4)3 \rightarrow UO2\ SO4 + 2\ FeSO4$

Микроорганизмы по разному реагируют на тяжелые металлы. Ряд микроорганизмов способны осуществлять активный транспорт тяжелых металлов внутрь клеток (3). Проницаемость клеток служит ведущим фактором в проявлении токсичности металлов. В некоторых случаях возникает более толерантные к тяжелым металлам резистентные штаммы, т.е. такие, для воздействия на которые необходима более высокая концентрация токсического вещества, чем для воздействия на родительские штаммы. Часто эта резистентность определяется образованием белковых или ферментативных систем в клетке, что обусловлено генетическими изменениями, связанными с хромосомами и внехромосомными элементами генетического аппарата - плазмидами и транспозонами.

Плазмиды клеток микроорганизмов несут гены, которые определяют резистентность к различным тяжелым металлам. Иногда устойчивость обусловлена специфическим связыванием металла смежными остатками цистеина в молекуле металлотионинов, синтез которых может индуцироваться тяжелыми металлами либо стрессовыми факторами.

Имеется много исследований по очистке вод от различных вредных примесей. Достигнуты крупные успехи по разработке и внедрению способов биологической очистки бытовых и ряда других отходов. В то же время несмотря на то, что микробиологическая трансформация и детоксикация отдельных металлов и их соединений уже достаточно полно изучена, биологи-ческая очистка от них промышленных сточных вод находится на стадии раз-работки и становления.

Проводимая в настоящее время очистка стоков от тяжелых металлов химическими, физическими, электрохимическими способами проводится на дорогостоящем оборудовании, с использованием реагентов, и не всегда обеспечивается высокая степень очистки.

Основными процессами извлечения металлов из растворов с участием

микроорганизмов являются: биосорбция, осаждение металлов в виде сульфидов, восстановление шестивалентного хрома.

С помощью биосорбции даже из разбавленных растворов возможно 100 %-е извлечение свинца, ртути, меди, никеля, хрома, урана и 90 %-е золота, серебра, платины, селена.

Внутриклеточное содержание металлов, как установлено, может быть

очень значительным – для урана и тория до 14–18 % от АСБ денитрифицирующих микроорганизмов, для серебра – до 30 % АСБ.

Недавно установлена способность водорослей, дрожжей и бактерий (Pseudomonas) эффективно сорбировать уран из морской воды.

Определенный интерес для биосорбции металлов из растворов вызывают денитрифицирующие бактерии; наиболее активные среди них представители родов Pseudomonas, Alcaligenes, Bacillus. Эти микроорганизмы, являясь факультативными анаэробами, используют в качестве акцептора электронов окислы азота (NO3–, NO2–, N2O) или кислород, а донорами электронов могут служить различные органические соединения, водород, восстановленные соединения серы.

Сульфатвосстанавливающие бактерии, которые используют в качестве

доноров электронов молекулярный водород и органические соединения, в анаэробных условиях восстанавливают сульфаты, $SO2^{3-}$ S2O2 иногда Sº.

В литературе достаточно представлены данные по кластеру. (4)

Использование биосорбентов, полученных из биомассы микроорганизмов возможно в технологических процессах и природоохранных процессах.

Таблица 1. **Сульфатвосстанавливающие бактерии**

Роды и виды	Морфология и размеры клеток, мкм	Расположение жгутиков	Содержание ГЦ в ДНК, %
Desulfovibrio D. africanus D. baarsii D. desulfuricans D. gigas D. vulgaris D. salexigens	Искривленные палочки сигмоидные или спиралевидные 0,5-1,0 x 2,0-10,0	Полярное (один жгутик или пучок)	46,1-61,2
Desulfotomaculum D. acetoxidans D. nigrificans D. orients D. ruminis	Прямые или изогнутые палочки 0,3-1,5 x 3,0-9,0 образуют эндоспоры	Перитрихальное реже полярное	37,0-45,5
Desulfomonas D. pigra	Прямые и слегка изогнутые палочки 0,8-1,0 x 2,5-10,0	Неподвижны	66,0 67,0
Desulfobacter D. postgatei	Палочки и элипсо видные 1,0-2,0 x 1,7-3,5	полярное (один жгутик или жгутиков нет)	45,9
Desulfobulbus D. propionicus	Элипсовидные 1,0 – 1,3 x 2,0	нет жгутиков или полярное	59,9
Desulfococcus D. multivarans	Сферические 1,5-2,0	некоторые штаммы подвижны	57,4
Desulfosarcina D. variabilis	Неправильной формы, образуют пакеты 1,0-1,5 x 1,5-2,5	полярное (но не всегда обнаруживаются подвижные формы)	34,5-41,6
Desulfonema D. limicola D. magnum	нити (иногда более 1 мм в длину) из палочковидных клеток 2,5-8,0 x 2,5-13,0	жгутиков нет, но способны к скользящему движению	

Биотехнология металлов – это наука об излечении металлов из руд, концентратов, горных пород и растворов под воздействием микроорганизмов или их метаболитов.

Таким образом, применение результатов исследований будет способствовать совершенствованию методов добычи и переработки минерального сырья, созданию безотходных и малоотходных технологий повышению комплексности использования ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Г.И. Каравайко и др. Биогеотехнология металлов. Практическое руководство. -М.: ЦМП, 1989. - 188 с.

[2] Авакян З.А. Сравнительная токсичность тяжелых металлов для некоторых микроорганизмов // Микробиология.-1967,- т. 36, № 6 – С. 446-450.

[3] Зайнуллин Х.Н., Смирнова Г.Ф. и др. Применение сульфатвосстанавли-вающих бактерий для биохимической очистки сточных вод машиносторои-тельных предприятий //Химия и технология воды,- 1980, т.2 ,№ 3, С. 272-275.

[4] Илялетдинов А.Н. Микробиологическая очистка воды от тяжелых металлов //Водные ресурсы,- 1980,- №2,- С.158-169.

[5] Илялетдинов А.Н. Микробиология превращения металлов. – А-Ата.: Наука, 1982,- 268 с.

[6] Илялетдинов А.Н., Алиева Р.М. Микробиология и биотехнология очистки промышленных сточных вод.- А-Ата: Гылым,- 1990, 250 с. 6 Николаев Л.А. Теоретическая химия. М.: Высшая школа. 1984, -400 с.

[7] А. Койжанова и др. Совершенствование технологии кучного выщелачивания золота из упорных полиметаллических руд.// Цветные металлы.

Атанова О.В., Жаркимбаева Г.Б., Ахмедова Г.Р., Тулебаева А.

Аспекты использования биотехнологии в металлургии.

Резюме. При тенденции к снижению содержания металлов, обеднении и усложнении состава сырья, необходимо создание новых, эффективных и малоотходных технологий. Использование методов биотехнологии в металлургии, а именно в выщелачивании руд, обогащении полезных ископаемых и сорбции металлов, качественно меняет воздействие на окружающую среду, снижает затраты на получение целевого продукта и увеличивает комплексность использования сырья.

Atanova O.V., Zharkimbaeva G.B., Akhmedova G.R., Tulebaeva A.

Aspects of the use of biotechnology in metallurgy.

Summary: If the downward trend in metal content, depletion of raw materials and the increasing complexity of the composition, it is necessary to create new, effective and low-waste technologies. Using the techniques in biotechnology industry, namely in the leaching of ores, mineral processing and metal sorption qualitatively changing impact on the environment, reduces the cost of obtaining the desired product increases the complexity of use and feedstock.

ӘӨЖ 669.054.83

Е.Б. Райымбеков, Г.О. Адилова, У.Б. Назарбек, Ү. Бестереков, И.А. Петропавловский
(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік Университеті,
Шымкент, Республика Қазақстан, eplusr@bk.ru)

АММОФОС САПАЛЫ КЕШЕНДІ ОРГАНОМИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШЫН АЛУ

Түйіндеме. Минералды ресурстарды тиімді және ұтымды пайдалану – Қазақстан Республикасы үшін маңызды мәселелердің бірі. Өндіріс орындарынан шығарылған техногенді қалдықтарды кәдеге жарату еліміздегі қалдықсыз технологияны дамытумен бірге, экологиялық мәселелерді шешуге де мүмкіндік береді. Қазіргі кезде фосфор өндірісінің шламдық қалдықтары үлкен ауданда жинақталып, экологиялық зиянды үйінділерге айналуда. Мұндай қалдықтарды залалсыздандыру әлі күнге дейін толық шешімін таба қойған жоқ. Мақалада келтірілген зерттеулер нәтижелерінде қоршаған ортаға зияны тиіп жатқан фосфор өндірісінің аталған қалдықтарын гуминқышқылды өңдеу арқылы, олардан жаңа кешенді аммофос сапалы органоминералды тыңайтқышын алу мүмкіншіліктері қарастырылған.

Кілттік сөздер: фосфорлы шлам, минералды тыңайтқыш, аммофос, қалдық, гумин қышқылы.

Кіріспе

Химия өнеркәсібінің тиімді дамуын қамтамасыз ететін ауқымды әлеуеті бар Қазақстан өнеркәсіпті инновациялық жандандырудың бастапқы сатысында тұр. Елімізде жүзеге асып жатқан Индустриалды-Инновациялық дамудың Мемлекеттік бағдарламасы бойынша химия өнеркәсібін дамытудағы елеулі мәселелердің бірі - техногенді қалдықтарды қайта өңдеу және оларды минералдық тауарлық өнімдерге айналдыру.

Қазақстандағы химия өнеркәсібінің озық салаларының бірі – фосфор өндірісі болып табылады. Аталмыш өндірісте фосфорлық шлам, коттрельдік шаң секілді көптеген техногендік қалдықтар

түзіледі. Шымкент фосфорлы зауытының іс-әрекеті нәтижесінде жиналған фосфорлы шлам көлемі қазіргі таңда 500 мың тоннаны құрайды. Оны аз мөлшерде күкірт қышқылды қайта өндірумен ЖШС «Қайнар» мекемесі ғана айналысуда.

Әдеби дерек көздер мәліметтерін саралай отырып, фосфорлық шламды күрделі азот-фосфор-калийлі минералды тыңайтқыштар алуға қолдануға лайықты екіншілік қажетті шикізат ретінде қарастыруға болатындығын атап кеткен жөн. Алайда бүгінгі таңда жалпылама мойындалып, өндіріске толықтай ендірілген шешімдер болмай тұр.

Ұсынылып отырған жұмыста фосфорлық шламды гумин қышқылымен өңдеу негізінде аммофос сапалы кешенді органоминералды тыңайтқышына айналдырудың жаңа мүмкіндіктері келтірілді.

Тәжірибелік бөлім

Тәжірибелерге қажетті фосфорлық шлам ЖШС «Қайнар» мекемесінің шлам жинақтауыштарынан алынды. Сынамалар 60-80^{0}С температурада кептірілді және ГОСТ 21560-82 сәйкес «Analyzette 3» вибро елегінен өткізілді. Гумин қышқылы Леңгір кен орны қоңыр көмірінен ГОСТ 9517-94 сәйкес алынды.

Дәстүрлі әдіспен өндірілген аммофостан өзгешелігі бар аммофосты алу үшін жұмыста фосфорлық шлам және pH=0,760 тең гумин қышқылы қолданылды.

Фосфорлық шламның химиялық құрамы келесідей, %: P_2O_5 жал. - 17,01, K_2O - 6,72, Na_2O- 0,41, SiO_2 - 45,38, CaO - 13,74, MgO - 4,16, Al_2O_3 - 1,08, Fe_2O_3 - 0,81, C - 5,91, S - 0,40.

Ұсақ түрде ұнтақталған фосфорлық шлам үлгісі 60 минут уақытта 60^{0}С температурада гумин қышқылымен әрекеттеседі.

Үрдістің химизмін төмендегідей көрсетуге болады:

$$Ca_5(PO_4)_3F+10HГум=5Ca(Гум)_2+3H_3PO_4+HF$$

Ыдыраудан соң алынған қоспа сүзіледі. Алынған сұйық фаза – фильтраттың тығыздығы 1,08 г/см^3 және pH=3,5. Бұл өз кезегінде фильтраттың 14,60% концентрациядағы фосфор қышқылы екендігін көрсетеді.

Алынған фосфор қышқылының концентрациясын жоғарылату үшін оны 1,2 г/см^3 тығыздыққа, pH=2,8 дейін буландырады және нәтижесінде концентрациясы С=22% фосфор қышқылы алынды.

Алынған 22% фосфор қышқылы 25% аммиак суымен pH=6,0 дейін бейтараптандырылады. Бейтараптандыру үрдісі келесі реакциялармен сипатталады:

$$H_3PO_4 + NH_4OH = NH_4H_2PO_4 + H_2O$$

$$H_3PO_4 + 2NH_4OH = (NH_4)_2HPO_4 + 2H_2O$$

Алынған бейтараптандырылған өнім кептіргіш сөреде 105^{0}С температурада моноаммонийфосфат және диаммонийфосфат қоспалары түрінде толық кристалданғанша кептіріледі. Кептіру нәтижесінде суда ерімталдығы жоғары ақ түсті ұнтақ алынады. Алынған өнімнің құрамындағы P_2O_5 сіңірімді және судағы ерімтал құрамдастары және азот мөлшерін анықтау үшін талдау жасалады.

Зерттеу нәтижелері 1-кестеде келтірілді.

1-кесте. **Зерттеу көрсеткіштері.**

Тәжірибе №	Ыдырату үрдісі	Бейтараптандыру үрдісі		Фильтрат сипаттамасы			Бейтарап.соң өнім сипаттамасы		
	Гумин қышқылының нормасы л/кг	Бейтарап.қажетті NH_4OH (25%) нормасы, л/кг.	дейін/кейін pH	Шығымы, кг	Тығыздығы, г/см$_3$	H_3PO_4 концентрациясы, %	P_2O_5 сің, %	P_2O_5 су.ер., %	Дайын өнімдегі гуминдік заттар, %
	0,10	0,060	3,0/6,0	0,60	1,09	17,04	31,22	18,00	7
	0,15	0,040	3,5/6,0	0,80	1,07	13,90	33,45	20,25	10
	0,20	0,025	3,5/6,0	0,70	1,08	14,60	37,25	31,15	15

1-кестеде көрсетілгендей, P_2O_5 сің және P_2O_5 суда ерімтал түрлері бойынша жоғары көрсеткіштер №3 тәжірибеде алынады.

Нәтижесінде $P_2O_{5\ сің}$= 43.75%, N=8.53% құрамдағы аммофос сапалы кешенді органоминералды тыңайтқышы алынды.

Өнімнің сапалық көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері

Алынған өнімді физико-химиялық талдау жұмыстары М.Әуезов атындағы ОҚМУ базасындағы Инженерлі бейіндегі аймақтық сынақ зертханасында орындалса, алынған тыңайтқыш құрамындағы радионуклидтердің белсенділігін анықтау жұмыстары Шымкент қалалық санитарлы эпидемиологиялық стансасының Радиация бөлімінде жүргізілді.

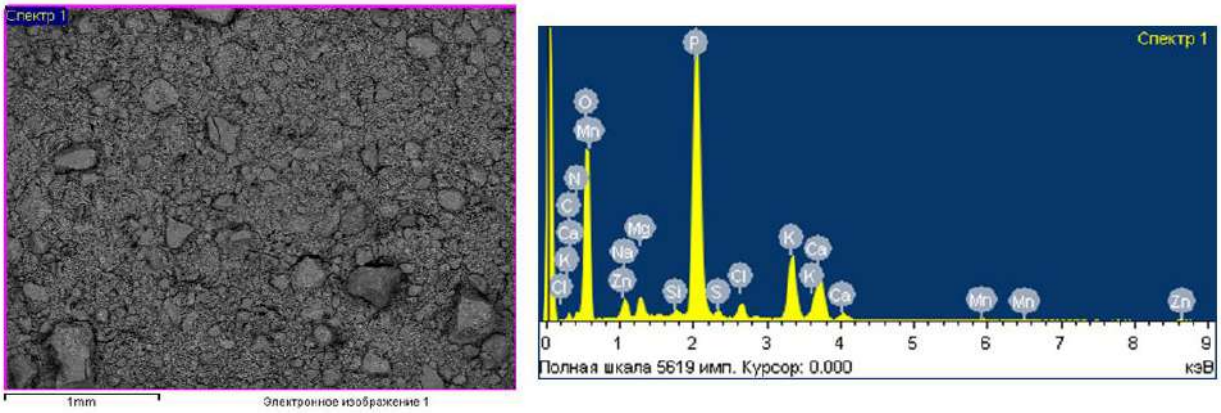
Үлгілердің минералогиялық құрамы және микроқұрылымы JSM6490 LV маркасындағы JEOl электронды микроскобында зерттелді. Алынған өнімнің құрамы 2-кестеде келтірілген.

2-кесте. **Аммофос сапалы тыңайтқыштың физико-химиялық көрсеткіштері**

№	Көрсеткіш атауы	Көрсеткіштер мөлшері
1	$P_2O_{5\ сің}$ массалық үлесі, %	43,75
2	Азоттың (N) массалық үлесі, %	8,53
3	Судың массалық үлесі, %, көп емес	1
4	Ұсақтылығы, %	97
6	Табиғи радионуклидтердің меншікті белсенділігі, кБк/кг	2,8
7	Өнім шығымы, %	27

Фосфорлы шлам және көмір өндірісі қалдығы негізінде алынған кешенді органоминералды тыңайтқыштың физико-химиялық ерекшеліктері де зерттелінді. Растрлы электронды микроскопты қолдана отырып тыңайтқыштың элементтік және минералдық құрамы алынды. Микроскопиялық зерттеу нәтижелері элементтік және пайыздық құрамымен қоса, үлгі бетінің түсірілімін де алуға мүмкіндік беріп отыр.

Кешенді минералды тыңайтқыштың микроскопиялық түсірілімі және элементтік құрамы 2-сурет және 3-кестеде келтірілген.



2-сурет. Кешенді минералды тыңайтқыштың микроскопиялық түсірілімі

3-кесте. **Кешенді минералды тыңайтқыштың элементтік құрамы**

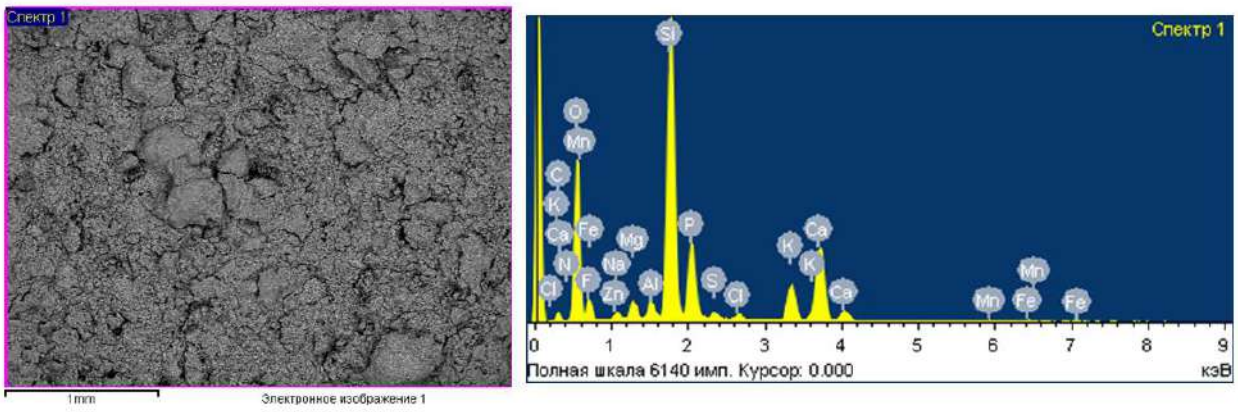
Элемент	Салмақтық, %	Оксидтері б-ша, %
C	11,98	-
N	8,53	-
O	44,42	-
Na	2,01	2,71
Mg	1,52	2,52
Si	0,27	0,58

3-кестенің жалғасы

P	18,64	44,20
S	0,50	1,25
Cl	1,18	-
K	5,88	7,08
Ca	4,30	6,01
Mn	0,36	0,46
Zn	0,41	0,51

2-сурет және 3-кестеде келтірілгендей, алынған мәліметтер мен нәтижелер жасалған технология бойынша аммофос сапасындағы минералды тыңайтқышты алу үрдісінің негізі сатыларындағы реакциялардың шын мәнінде іске асырылғанын дәлелдейді. Кестеден байқағанымыздай, алынған өнімнің негізгі құрамдастары P_2O_5 –тің азотпен кешенді қосылыстары болып табылады. Қоспа заттарға 5-6% шамасындағы натрий, магний, кальций қоспаларын жатқызуға болады. Алынған өнім сапалы фосфорлы ангидрид (43,75%) және азот (8,53%) мөлшеріне сай ГОСТ 18918-85 бойынша II-сұрыптағы аммофоска сай келеді.

Сүзгілеу сатысынан кейінгі бөлініп алынған қатты фаза сапасы кептірілген күйде минералдық құрамдастарға бай және төменгі сұрыптағы жай суперфосфат сапасына сай келеді (3-сурет, 4,5-кестелер). Алынған құрғақ қалдық келесі құрамға ие: P_2O_5 жалпы. – 15; P_2O_5 сің. – 12,5; P_2O_5 су.ерім. – 6,25; өнім шығымы – 82 гр.



3-сурет. Сүзгілеуден кейінгі құрғақ қалдықтың микроскопиялық түсірілімі

4-кесте. **Құрғақ қалдықтың элементтік құрамы**

Элемент	Салмақтық, %	Оксидтер б-ша, %
C	11,355	-
O	45,63	-
F	1,08	-
Na	0,76	1,02
Mg	1,24	2,05
Al	0,93	1,75
Si	17,27	38,01
P	6,82	15,63
S	0,47	1,175
Cl	0,37	-
K	5,77	6,95
Ca	7,85	10,98
Mn	0,23	0,29
Zn	0,19	0,23
Fe	0,41	0,61

5-кесте. **Сүзгілеуден кейінгі құрғақ қалдықтың негізгі көрсеткіштері**

Құрғақ қалдықтың көрсеткіштері	Көрсеткіштер мөлшері
P_2O_5 сіңірімді, %	12,5
P_2O_5 суда ерімтал, %	6,25
Өнім шығымы, %	82
Гуминдік заттар, %	7-10
pH	5,20

Жоғарыда келтірілген нәтижелер аталған құрғақ қалдықты жай суперфосфат сапалы минералды тыңайтқыш ретінде қолдануға болатындығын дәлелдейді.

Қорытынды

Осылайша, фосфорлық шлам және гумин қышқылы негізінде, 60^0С температурада және оптималды деп табылған 60 мин уақытта фосфорлы ангидрид -43,75%, азот-8,53%, цинк-0,41% құрамда аммофос сапалы кешенді органоминералды тыңайтқышын алуға болады. Сонымен қатар, сүзгілеу сатысынан қалған, құрамы P_2O_5 сің – 12,5%, P_2O_5 су.ер.-6,25% болатын құрғақ қалдық сапасы да төменгі сұрыптағы жай суперфосфат сапасында сай келеді. Тыңайтқышты алуға қолданылған гумин қышқылы қымбат азот және күкірт қышқылдарының алмастырушысы болып табылады. Алынған аммофос және жай суперфосфат сапалы тыңайтқыштар құрамындағы гуминдік заттар өсімдіктердің тамыр құрылымын жақсартушы, оларды зиянкестер мен аурулардан қорғаушы қоспаның ролін атқарады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Назарбек У.Б,, Бестереков У., Кыдыралиева А.Д., Назарбекова С.П., Ордабаева С.К., Турсубекова Б.И. Новые возможности переработки фосфорного шлама и коттрельной пыли на целевые продукты удобрительного назначения. Труды второй международной научной конференции молодых ученых и студентов «Перспективы развития биологии, медицины и фармации». Шымкент, 2014г.

[2] Райымбеков Е.Б., Муратбеков Д.К., Назарбек У.Б., Бестереков У. Фосфорный шлам - ценное вторичное сырье. Научный журнал Вестник КазНИТУ им. К.И.Сатпаева. №4 (116). - 631-636стр.

[3] Беляев А.П. Практикум обработки экспериментальных результатов в физической химии.: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПХФА, 2006. – 88с.

[4] Тлеуов А.С., Назарбек У.Б. Утилизация отходов предприятий химической промышленности. Электронное учебное пособие. Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права №1536 от 30.07.2015г.

Райымбеков Е.Б., Адилова Г.О., Назарбек У.Б., Бестереков Ү., Петропавловский И.А.

Получение комплексного органоминерального удобрения качества аммофоса

Аннотация: Рациональное и эффективное использование минеральных ресурсов - один из важных проблем в Республике Казахстан. Утилизация техногенных отходов промышленных предприятий дает возможность развитии безотходной технологии и решении экологических проблем. В данное время шламовые отходы фосфорной промышленности скапливаясь в большую площадь, превращается в экологический вредный отвал. Обезвреживание таких отходов не нашло своего решения. Результаты исследований приведенных в статье рассматривает получение нового комплексного органоминерального удобрения качества аммофоса их отхода фосфорной промышленности с гуминокислотным разложением.

Ключевые слова: фосфорный шлам, минеральные удобрения, аммофос, отход, гуминовая кислота.

Raiymbekov E.B., Adilova G.O., Nazarbek U.B., Besterekov U., Petropavlovskiy I.A.

Production of complex organic fertilizer ammophos quality

Summary: Rational and efficient use of mineral resources - one of the most important issues in the Republic of Kazakhstan. Utilization of technogenic waste of the industrial enterprises enables the development of non-waste technology and environmental issues. At this time, slurry wastes of phosphoric industry accumulating in a large area, is converted into environmentally harmful blade. Disposal of such waste is not found its solution. The research results presented in the article is considering getting a new comprehensive quality organic fertilizer MAP of phosphoric industry waste with humic acid decomposition.

Key words: phosphorus sludge, fertilizers, Ammophos, waste, humic acid.

УДК 662.2.022; 622.7:669.2

А.К. Серикбаева, Н.Ш. Джаналиева
(Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова
Актау, Республика Казахстан, akm_rgp@mail.ru)

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ ОКИСЛЕННАЯ МЕДНАЯ РУДА - СЕРА

Аннотация. Проведен термодинамический анализ вероятных взаимодействий окисленных соединений меди и рения с серой в широких интервалах температур. Для расчета была использована компьютерная программа "Outokumpu», основанная на уравнении Темкина-Шварцмана, учитывающая фазовые превращения в системе. В статье сделан вывод о возможности твердофазного сульфидирования кислородсодержащих соединений меди и рения из состава окисленных руд и хвостов обогащения серой.

Ключевые слова: сульфидирование, термодинамический расчет, окисленная медная руда, рений, сера.

Для подбора термодинамических методов расчета и исходных термодинамических данных соединений меди и рения был проведен анализ технической литературы. Из термодинамических справочников и журнальных статей, сравнивая данные разных лет, были подобраны исходные термодинамические параметры для соединений рения, необходимые для расчета энергии Гиббса. Для термодинамического анализа были привлечены следующие характеристики: энтальпия образования H^o_{298}, энтропия S^o_{298} и теплоемкость ΔC_p [1, 2].

Для расчета была использована компьютерная программа, основанная на уравнении Темкина-Шварцмана, учитывающая фазовые превращения в системе. Проведен термодинамический анализ вероятных взаимодействий соединений рения с серой в широких интервалах температур. Расчеты проведены с использованием программы термодинамических расчетов компании Outokumpu.

Рассчитаны значения энергии Гиббса (ΔG^0_T) и константы равновесия (K_p) возможных взаимодействии соединений меди и рения с основными и шихтасоставляющими компонентами в присутствии элементарной серы.

Расчет термодинамических параметров (ΔG^o_T, K_p) возможных взаимодействий окисленных соединений меди с серой

Результаты ретгеноспектрального и фазового анализа исходной смешанной руды месторождения Бозшаколь показал, существование сульфатной, карбонатной и оксидной формы меди. Для термодинамического анализа выбраны системы CuO-S, Cu_2O-S, $CuSO_4$-S и $CuCO_3$–S для определения наиболее возможных реакции сульфидизации окисленных соединений меди с элементарной серой. Сера как сульфидизатор рассматривалась в трех модификациях: твердой, жидкой и газообразной. Так как в соединениях медь проявляет две степени окисления: +1 и +2, нами рассчитаны вероятность образования и Cu_2S и CuS.Хотя первая из них склонна к диспропорционированию и устойчива только в нерастворимых соединениях, более устойчива степень окисления +2.

Приведенные в таблице 1 реакции сульфидирования окисленных соединений меди в присутствии элементарной серы характеризуется отрицательной энергией Гиббса, т.е. возможно протекание всех приведенных реакций.

Самой высокой отрицательной энергией Гиббса обладают реакции взаимодействия карбоната меди с серой (реакции 4, 5, 9) и повышаются с увеличением температуры до -2485,9 кДж/моль, значение lgK_p уменьшается с 213,7 при 200 ^{0}C до 102,0 при 1000 ^{0}C, но по сравнению с другими реакциями сульфидизации оксидных и сульфатных соединений меди эти значение более высокие, что подтверждает высокую скорость к равновесию системы.

Карбонат меди(II) неустойчив и при нагревании разлагается выше 200^{0}C:

$$CuCO_3 \rightarrow CuO + CO_2 \qquad (3)$$

Сначала протекает эндотермическая реакция разложения карбоната меди до оксида меди, затем идет реакция между оксидом меди с серой.

При этом создается восстановительная атмосфера, что ускоряет взаимодействие элементарной серы непосредственно с оксидом меди.

Значения энергии Гиббса (ΔG^0_T) взаимодействие оксида меди с серой показывает, что образование сульфидамеди (I) мало характерно, поскольку значения ΔG^0_T этих процессов положительнее, чем процессов образования сульфида меди (II) (сравните реакций 1 и 10).

Около 400 °С наступает заметное разложение сульфида по схеме $2CuS == Cu_2S + S$ (давление диссоциации при 450 °С равно 80 мм рт. ст.). Известны также полисульфидные производные меди Cu_2S_n (где $n = 3 \div 6$; а также CuS_2) (теплота образования из элементов 10 ккал/моль).

Взаимодействия сульфатных форм меди протекает через разложения. Разложение сульфата меди все-таки идет до серного ангидрида - SO_3, но он при T>450°С начинает потихоньку разлагаться на SO2 + O2. Выше 650 °С становится интенсивным пиролиз безводного сульфата по реакции: $2CuSO_4 \rightarrow 2CuO + 2SO_2 + O_2$. Взаимодействием $CuSO_4$ с насыщенным серой раствором полисульфида могут быть получены довольно устойчивые красные кристаллы тиосолей типа MCuS. (где M – NH_4, K, Rb, Cs).

Во всех изучаемых системах CuO-S, Cu_2O-S, $CuSO_4$-S происходит практически полная сульфидизация, так как ΔG^0_T образования сульфида меди имеет отрицательные значения уже при низких температурах, процесс является экзотермическим, так как с повышением температур замечается уменьшение константа равновесия (lnKp) [3].

Таблица 1. **Термодинамические параметры химических реакций в широком интервале температур**

Термодинамические параметры	Температура, ^{0}C							
	200	400	500	600	700	800	900	1000
1) $2CuO + 3S_г = 2CuS + SO_2$								
ΔG^0_TкДж/моль	-807,6	-763,4	-740,9	-718,1	-695,1	-671,9	-648,6	-625,1
lgK_p	89,2	59,3	50,1	42,9	37,3	32,7	28,9	25,6
2) $2Cu_2O + 2S_г = CuS + 3Cu + SO_2$								
ΔG^0_TкДж/моль	-501,3	-477,1	-464,6	-451,8	-438,7	-425,5	-412,1	-398,4
lgK_p	55,4	37,0	31,4	27,0	23,5	20,7	18,3	16,3
3) $CuSO_4 + 2S_г = CuS + 2SO_2$								
ΔG^0_TкДж/моль	-474,7	-495,5	-505,5	-515,1	-524,4	-533,4	-542,1	-550,5
lgK_p	52,4	38,5	34,2	30,8	28,2	25,9	24,1	22,6
4) $2CuCO_3 + 3S_г = 2CuS + SO_2 + 2CO_2$								
ΔG^0_TкДж/моль	-1934,9	-2053,5	-2118,9	-2186,8	-2257,9	-2331,3	-2407,5	-2485,9
lgK_p	213,7	159,4	143,2	130,8	121,2	113,5	107,2	102,0
5) $2CuCO_3 + S_г = 2Cu + SO2 + 2CO_2$								
ΔG^0_TкДж/моль	-997,6	-1114,9	-1177,4	-1233,8	-1310,2	-1379,3	-1450,6	-1523,9
lgK_p	110,0	86,5	79,6	74,4	70,3	67,2	64,6	62,5
6) $2CuO + 3S_к = 2CuS + SO_2$								
ΔG^0_TкДж/моль	-180,6	-216,7	-233,6	-249,9	-265,3	-279,9	-293,9	-307,0
lgK_p	19,9	16,8	15,8	14,9	14,2	13,6	13,1	12,6
7) $2Cu_2O + 5S_к = 4CuS + SO_2$								
ΔG^0_TкДж/моль	-237,1	-266,3	-279,5	-291,8	-303,0	-313,2	-322,4	-330,5
lgK_p	26,2	20,7	18,9	17,4	16,3	15,2	14,4	13,6
8) $CuSO_4 + 2S_к = CuS + 2SO_2$								
ΔG^0_TкДж/моль	-56,7	-131,1	-167,3	-202,9	-237,9	-272,1	-305,7	-338,5
lgK_p	6,26	10,2	11,3	12,1	12,8	13,2	13,6	13,9
9) $2CuCO_3 + 3S_к = 2CuS + SO_2 + 2CO_2$								
ΔG^0_TкДж/моль	-1307,7	-1507,1	-1611,5	-1718,3	-1828,1	-1939,5	-2052,7	-2167,9
lgK_p	144,5	117,0	108,9	102,8	98,1	94,4	91,4	88,9
10) $2CuO + 2S_г = Cu_2S + SO_2$								
ΔG^0_TкДж/моль	-588,3	-575,7	-569,1	-562,1	-554,9	-547,4	-539,7	-531,6
lgK_p	64,9	44,7	38,5	33,6	29,8	26,6	24,0	21,8

Энергия Гиббса этих реакций при 600^{0}С равны -515,1 и -202,9 кДж/моль (3, 8 реакции). Реакции сульфидирования по термодинамическим расчетам хорошо протекают с газообразной серой (сравните 3 и 8 реакции). Повышение температуры до 1000^{0}С не влияет на показатели энергии Гиббса, но все же соответствуют отрицательным значениям. Конечным продуктом реакции

взаимодействия сульфата меди с серой является сульфид меди, через разложение по вышеуказанной реакции. То есть по результатам указанных реакций процесс сульфидирования соединений меди лучше протекает между оксидом меди и серой. Возможность восстановления оксида меди формы с газообразной серой до металлической, тоже высоко, энергия Гиббса составляет -304,5 кДж/моль при 600^0C. Также возможно дальнейшее сульфидирование образовавшейся металлической меди с газообразной серой. Энергия Гиббса образования сульфида меди при той же температуре составляет -718,1 кДЖ/моль. Прямое сульфидирование высшего оксида элементарной серой имеет большую энергию Гиббса по сравнению с образованием металлической формы меди. Возможность образования металлической меди при сульфидировании его оксидов газообразной серой тоже не исключается, так как энергия Гиббса данных реакции (2, 11) соответствует –451,8 и 304,5кДж/моль.

Наибольшим отрицательным значением энергии Гиббса обладают реакции совместного сульфидирования окисленных соединений меди с серой (реакции 12, 13).

Таким образом, самой высокой отрицательной энергией Гиббса обладают реакции взаимодействия карбоната меди с серой и повышаются с увеличением температуры до -2485,9 кДж/моль, значение lgK_p уменьшается с 213,7 при 200 ^{0}C до 102,0 при 1000 ^{0}C, но по сравнению с другими реакциями сульфидизации оксидных и сульфатных соединений меди эти значения более высокие, что подтверждает высокую скорость к равновесию системы.

В результате термодинамических расчетов и термических исследований изучаемых систем CuO-S, Cu_2O-S, $CuSO_4$-S, $CuCO_3$-S сделан вывод о целесообразности применения элементарной серы для сульфидирования окисленных материалов с целью сульфидирования соединений меди. При достатке серы во всех смесях твердым продуктом является единственное соединение – сульфид меди.

Расчет термодинамических параметров (ΔG^o_T, K_p) возможных взаимодействий окисленных соединений рения с серой. Ввиду малого содержания рения в хвостах обогащения и медных рудах рентгенофазовым анализом их форма нахождения не выявляется, но химическим фазовым анализом, проведенным по известной методике**,** установлены возможные формы нахождения соединений рения в хвостах обогащения, %: водорастворимые соединения (рениевая кислота, перренаты) - 25,6; сульфиды рения - 43,6; низковалентные оксиды рения - 30,8 [4].

При пирометаллургических процессах вероятнее образование семиоксида рения, и наиболее устойчивое окисленное соединение рения это его диоксид, поэтому термодинамический анализ проведен для системы Re_2O_7-CuO–S, ReO_2-CuO-S, Re_2O_7-$CuSO_4$–S, ReO_2-$CuSO_4$-S.

Рассматривалось влияние основной фазы состоящий из окисленных соединений меди на сульфидирование соединений рения. Возможности сульфидирования высшего оксида рения в присутствии сульфата и оксида меди еще больше чем возможности прямого взаимодействия оксидов рения с серой, так как энергия Гиббса данной реакции при 200^0C составляет -2499,3кДж/моль (сравните реакции 1, 3 с 4 и 11) (таблица 2).

Таблица 2. **Термодинамические параметры химических реакций в широком интервале температур**

Термодинамические параметры	Температура, ^{0}C							
	200	400	500	600	700	800	900	1000
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1) $Re_2O_7 + CuO + 9S_г = 2ReS_2 + CuS + 4SO_2$								
ΔG^0ткДж/моль	-2405,8	-2287,7	-2121,1	-2021,5	-1920,2	-1817,4	-1713,2	-1607,8
lgK_p	265,7	172,2	143,4	120,9	103,1	88,5	76,3	65,9
2) $Re_2O_7 + CuO + 5S_г = 2Re + CuS + 4SO_2$								
ΔG^0ткДж/моль	-1234,9	-1182,0	-1155,0	-1127,9	-1100,6	-1073,3	-1045,9	-991,4
lgK_p	136,4	91,8	78,1	67,5	59,1	52,3	46,6	41,8
3) $Re_2O_7 + CuSO_4 + 9,5S_г = 2ReS_2 + CuS + 5,5SO_2$								
ΔG^0ткДж/моль	-2499,3	-2364,8	-2293,2	-2219,8	-2144,0	-2066,9	-1988,1	-1907,7
lgK_p	276,1	183,6	155,0	132,8	115,1	100,6	88,5	69,5
4) $Re_2O_7 + 7,5S_г = 2ReS_2 + 3,5SO_2$								
ΔG^0ткДж/моль	-2024,6	-1869,1	-1787,9	-1704,5	-1619,8	-1533,1	-1445,9	-1357,1
lgK_p	223,7	145,1	120,8	102,0	86,9	74,7	64,4	55,7
5) $ReO_2 + CuO + 4,5S_г = ReS_2 + CuS + 1,5SO_2$								
ΔG^0ткДж/моль	-1863,3	-1849,0	-1841,1	-1832,3	-1823,5	-1813,8	-1804,6	-1794,9

Продолжение табл.2

lgK_p	205,8	143,5	124,4	109,7	97,9	88,3	80,4	73,7
6) $ReO_2 + CuSO_4 + 5S_г = ReS_2 + CuS + 3SO_2$								
$\Delta G^0_т$кДж/моль	-1213,4	-1178,6	-1158,9	-1137,2	-1114,5	-1090,6	-1065,5	-1039,1
lgK_p	134,0	91,5	78,3	68,1	59,8	53,1	47,5	42,6
7) $Re_2O_7 + CuSO_4 + 5,5S_г = 2Re + CuS + 5,5SO_2$								
$\Delta G^0_т$кДж/моль	-1328,4	-1328,0	-1327,4	-1326,1	-1324,4	-1322,8	-1320,7	-1318,6
lgK_p	146,7	103,1	89,7	79,4	71,1	64,4	58,8	54,1
8) $Re_2O_7 + CuSO_4 + 3,5S_г = 2ReO_2 + CuS + 3,5SO_2$								
$\Delta G^0_т$кДж/моль	-1021,9	-998,5	-986,7	-975,2	-963,8	-952,6	-941,4	-930,4
lgK_p	112,9	77,5	66,7	58,4	51,7	46,4	41,9	38,2
9) $Re_2O_7 + CuO_к + 3S_г = 2ReO_2 + CuS + 2SO_2$								
$\Delta G^0_т$кДж/моль	-1367,6	-1352,5	-1352,4	-1349,2	-1347,5	-1346,2	-1345,8	-1346,7
lgK_p	151,1	105,3	91,4	80,8	72,4	65,5	59,9	55,3
10) $Re_2O_7 + 3,5S_г = 2Re + 3,5SO_2$								
$\Delta G^0_т$кДж/моль	-853,9	-833,3	-822,7	-812,1	-801,5	-790,9	-780,5	-770,2
lgK_p	94,3	64,7	55,6	48,6	43,0	38,5	34,7	31,6
11) $ReO_2+3S_г=ReS_2+SO_2$								
$\Delta G^0_т$кДж/моль	-738,7	-683,2	-653,3	-622,2	-590,2	-557,1	-523,3	-488,6
lgK_p	81,6	53,0	44,2	37,2	31,7	27,1	23,3	20,0
12) $Re_2O_7 + 1,5S_г = 2ReO_2 + 1,5SO_2$								
$\Delta G^0_т$кДж/моль	-547,4	-503,2	-481,7	-460,6	-439,9	-419,8	-400,1	-380,8
lgK_p	60,5	39,1	32,5	27,6	23,6	20,4	17,8	15,6
13) $ReO_2 + CuO + 2,5S_г = Re + CuS + 1,5SO_2$								
$\Delta G^0_т$кДж/моль	-556,4	-544,5	-537,8	-530,7	-523,3	-515,5	-507,5	-499,2
lgK_p	61,5	42,3	36,3	31,8	28,1	25,1	22,6	20,5
14) $ReO_2 + CuSO_4 + 3S_г = Re + CuS + 3SO_2$								
$\Delta G^0_т$кДж/моль	-2,92	47,7	75,7	105,1	136,1	168,4	201,9	236,6
lgK_p	0,323	-3,7	-5,11	-6,29	-7,30	-8,19	-8,99	-9,71
15) $ReO_2 + S_г = Re + SO_2$								
$\Delta G^0_т$кДж/моль	-153,2	-164,9	-170,2	-175,4	-180,4	-189,6	-189,6	-194,0
lgK_p	16,9	12,8	11,5	10,5	9,7	9,0	8,4	7,9
16) $ReO_2 + S_к = Re + SO_2$								
$\Delta G^0_т$кДж/моль	55,8	17,3	-1,21	-19,3	-37,0	-54,4	-71,4	-88,0
lgK_p	-6,2	-1,3	0,08	1,15	1,99	2,65	3,18	3,61
17) $Re_2O_7 + 7,5CuS = 2ReS_2 + 7,5Cu + 3,5SO_2$								
$\Delta G^0_т$кДж/моль	-72,64	-118,4	-137,1	-153,7	-168,2	-180,9	-192,1	-201,8
lgK_p	8,02	9,19	9,27	9,19	9,03	8,81	8,55	8,28
18) $ReO_2 + 3CuS = ReS_2 + 3Cu + SO_2$								
$\Delta G^0_т$кДж/моль	42,1	17,1	6,99	-1,86	-9,55	-16,2	-21,8	-26,5
lgK_p	-4,65	-1,33	-0,47	0,11	0,51	0,79	0,97	1,09

Для соединений рения в этой системе более вероятно образование его дисульфида, чем диоксида энергия Гиббса сульфидообразования имеют отрицательные значения уже при 200^0С и составляют выше -2000 кДж/моль (реакции 1, 3, 4, 5, 6).

Восстановление окисленных соединений рения до металлической формы тоже не исключается, например взаимодействие семиоксида рения с серой в присутствии оксида меди заканчивается с образованием металлического рения и имеют отрицательную энергию Гиббса и составляет около-1000 кДж/моль при 200^0С, с повышением температуры уменьшается до -900 кДж/моль (реакции 2, 7).

Образование диоксида рения вероятнее в присутствии окисленных соединений меди (сравните реакции 8, 9 с реакцией 12), отрицательные значения энергии Гиббса на порядок выше.

Диоксид рения взаимодействуя с серой образует дисульфид рения, значение энергии Гиббса составляет -738,7 кДж/моль при 200 ^{0}С (реакция 11) но в присутствии оксида меди вероятнее образование металлического рения (реакция 13), в присутствии сульфата меди образование металлического рения исключается так как имеет положительную энергию Гиббса (реакция 14).

Прямое взаимодействие диоксида рения с серой с образованием металлического рения имеют низкое отрицательное значение энергии Гиббса, реакции с твердой серой имеют положительную энергию Гиббса (реакции 15, 16). Пары серы при 700-800 °С дают с рением сульфид ReS_2[5], и в наших изучаемых системах взаимодействия вероятнее с газообразной серой.

В изучаемой системе взаимодействие семиоксида рения с сульфидом меди с образованием дисульфида рения маловероятно, так как энергии Гиббса имеют невысокие отрицательные и положительные значения (реакции 17, 18).

Таким образом, проведен термодинамический анализ процесса сульфидирования окисленных соединений меди и рения с элементарной серой, рассчитаны значения энергии Гиббса (ΔG^0_T) и константы равновесия (K_p). Рассмотрены всевозможные взаимодействия кислородсодержащих соединений меди и рения с основными и шихтасоставляющими компонентами в присутствии элементарной серы, установлена вероятность образования сульфидных соединений меди и рения. Термодинамический анализ системы отход – элементарная сера практический во всех рассматриваемых случаях возможен. Результаты термодинамического анализа позволяют сделать вывод о возможности твердофазного сульфидирование кислородсодержащих соединений меди и рения из состава окисленных материалов с серой.

Термодинамический анализ системы хвостов обогащения – сера практический во всех рассматриваемых случаях возможен, установлено, что образование сульфида меди (II) термодинамически вероятно уже при низких температурах, и протекает вплоть до 1000 °С, дальнейшее повышение температуры приводит к образованию сульфида меди (I).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Рузинов Л.П., Гуляницкий Б.С.Равновесные превращения металлургических реакций. - М.: Металлургия, 1975. – 416 с.

[2] Владимиров Л.П. Термодинамические расчеты равновесия металлургических реакций. - М.: Металлургия, 1970. – 528с.

[3] Отчет НИР «Исследование физико-химических закономерностей сульфидирования техногенного сырья серой (промежуточный). № госрегистрации 0113РК00346. Инв. № 0213РК02295.

[4] Сыдыков А.О., Бердикулова Ф.А., Серикбаева А.К. Извлечение рения из свинцовых шламов медного производства //Отходы: Пути минимизации и предотвращения (материалы семинара). – Алматы, 2002. - С. 110-112.

[5] Ә.Көбжасов,Ә.Жантөреев. Рений металлургиясы. - Алматы: ҚазҰТУ, 2001. – 122 с.

Серікбаева А.Қ., Жаналиева Н.Ш.

Тотыққан мыс кені - күкіртжүйесіндегіәрекеттесулердітермодинамикалықнегіздеу.

Түйіндеме. Мақалада мыс пен ренийдің тотықты қосылыстарының элементтік күкіртпен әрекеттесуінің термодинамикалық талдауы жасалып, тотыққан кендер мен байыту қалдықтарының құрамынан мыс пен ренийдің оттекті қосылыстарын қаттыфазалық сульфидтеу мүмкіндігі негізделген.

Негізгі сөздер:сульфидтеу,термодинамикалық есеп, тотыққын мыс кені рений, күкірт.

Serikbayeva A.K., Janaliyeva N.SH.

The thermodynamicrationale of interactions in the system of oxidation of copper ore - sulfur

Summary. In the paper presents the thermodynamic analysis of the interaction of oxidized copper and rhenium compounds with elemental sulfur, the conclusion about the possibility of solid-phase sulfidation oxygen-containing compounds of copper and rhenium from the oxide ores and tailings sulfur enrichment.

Key words: sulphidation, thermodynamic calculation, oxidized copper ore, rhenium, sulfur.

ӘОК 66.0:546.791

Е.Б. Райымбеков, Т.А. Рыскулов, У.Б. Назарбек, Ү. Бестереков
(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы, eplusr@bk.ru)

МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ ӨНДІРУ МЕН ТҰТЫНУДЫҢ ЗАМАНАУИ ҚАЛПЫ ТУРАЛЫ

Түйіндеме: Мақалада минералды тыңайтқыштарды әлемде, соның ішінде Қазақстанда өндіру және тұтыну көлемінің соңғы статистикалық мәліметтері келтірілген. Аталмыш мәліметтерді саралай отырып, әлемдегі және біздің еліміздегі минералды тыңайтқыштар нарығына шолу жасалды.

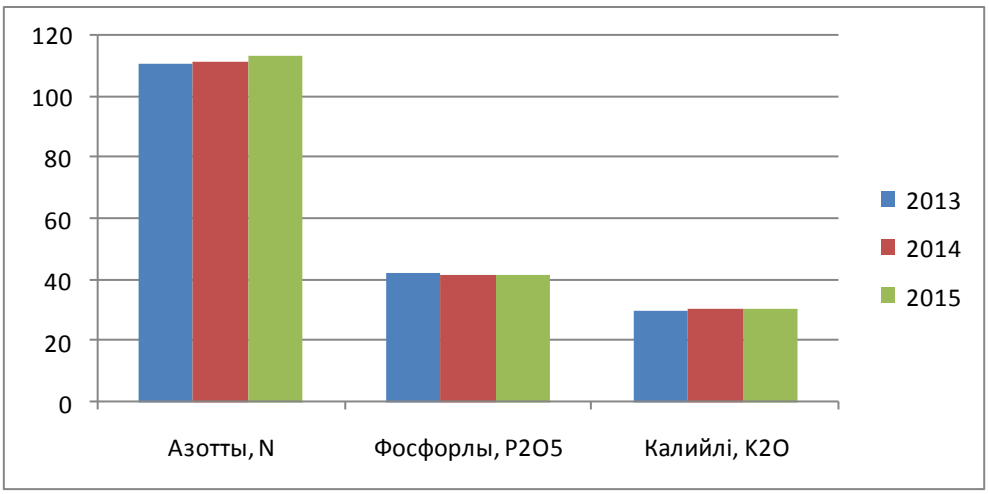
Кілт сөздер: минералды тыңайтқыштар, химия өнеркәсібі, ауылшаруашылығы, өндіріс, тұтыну көлемі.

Минералды тыңайтқыштарды қолдану барлық мемлекеттердегі ауылшаруашылығы дамуының деңгейін көрсетеді. Минералды тыңайтқыштар химия өнеркәсібінің жаппай маңызды өнімдерінің бірі болып табылады. Соңғы онжылдықтарда минералды тыңайтқыштарды өндіру қарқыны арта түсті, нәтижесінде жалпы әлемдік экономиканың, соның ішінде ауыршаруашылығы саласының нәтижелік көрсеткіштерінің ұлғаюына әсер етті.

International Fertilizer Industry Association (IFA) бағалауы бойынша [1] минералды тыңайтқыштарды тұтыну көлемі 2014-2015 жылдары сәйкесінше 0,5% және 1,7% артып, 186 млн.т жеткен болатын (1-кесте, 1-сурет).

1 кесте. **Әлем бойынша минералды тыңайтқыштарды тұтыну көлемі, млн. т.**

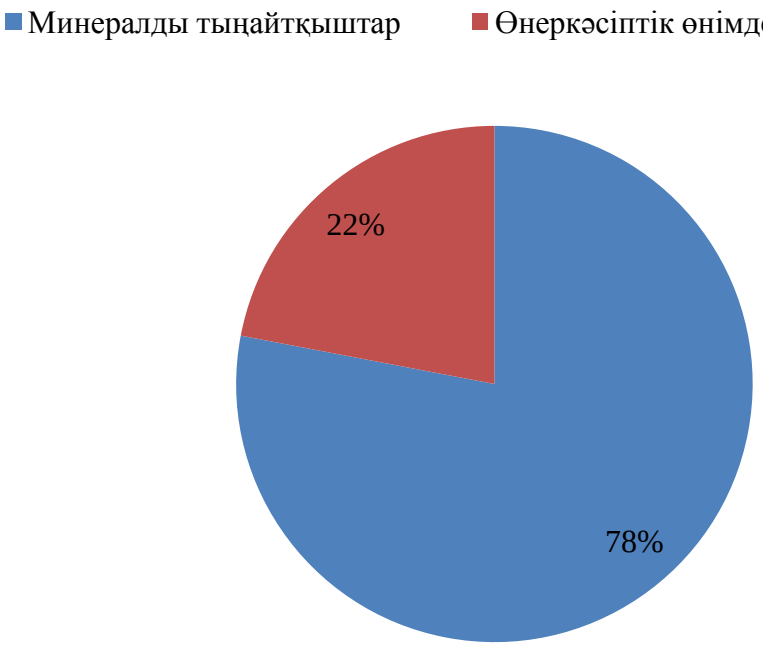
Тыңайтқыш	2013	2014	2014/2013 өзгерісі	2015	2015/2014 өзгерісі
Азотты, N	110,9	111,8	0,8%	113,3	1,3%
Фосфорлы, P_2O_5	42,1	41,6	-1,3%	41,8	0,6%
Калийлі, K_2O	30,1	30,6	1,7%	30,9	0,9%
Жалпы	183,1	184,0	0,5%	186,0	1,7%



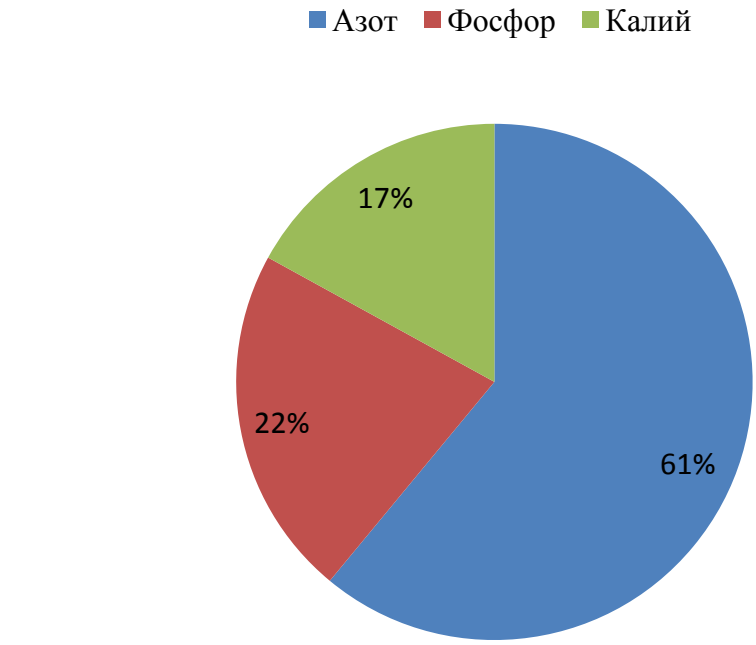
1-сурет. 2013-2015 жылдардағы әлем бойынша минералды тыңайтқыштарды тұтыну көлемі, млн. т.

1-кестеде көрсетілгендей 2015 жылы тыңайтқыштарды тұтыну көлемі ары қарай ұлғайып, 186 млн.т. жеткен, яғни 1,7% артты. Осы кезде азотты, фосфорлы, калийлі тыңайтқыштарды тұтыну көлемдері сәйкесінше 1,3%, 0,6% және 0,9% артты. Аталған минералды тыңайтқыштарды тұтыну көлемінің ұлғаюы негізінінен Латын Америкасы және Африка елдеріне тән, ал Еуропа және Оңтүстіс-Шығыс Азия елдерінде тұтыну салыстырмалы түрде тұрақты болды.

Қазіргі кезде (2014 жылғы мәліметке сәйкес) минералды тыңайтқыштарды тұтыну көлемі химиялық өнімдерді тұтыну көлемінің қомақты мөлшерін құрайды. Оның ішінде азот, фосфор, калий тыңайтқыштарын тұтыну, 2-суретте көрсетілгендей, жалпы химиялық өнімдердің 78% құрайды. Осы кезде, 3-суретте көрсетілгендей, азотты тыңайтқыштарының үлесіне 61%, фосфор тыңайтқыштарының үлесіне 22%, калий тыңайтқыштарының үлесіне 17% тиесілі [1].



2-сурет. 2014 жылы химиялық өнімдерді тұтыну көлемі



3-сурет. 2014 жылы минералды тыңайтқыштарды тұтыну көлемі

Минералды тыңайтқыштарды тұтынудың соңғы жылдардағы әлемдік көрсеткіштері туралы мәліметтер 2-кестеде келтірілген [1].

2 кесте. **Минералды тыңайтқыштарды тұтынудың әлемдік көрсеткіші, мың т.**

Аймақтар	2010	2011	2012	2013	2014
Еуропа	1 869	1 615	1 526	1 291	1 411
Шығыс Еуропа және Орталық Азия	4 723	4 793	4 702	4 679	4 424
Солтүстік Америка	8 437	9 265	9 805	10 012	8 675
Латын Америкасы	3 475	3 650	3 492	3 389	3 681
Африка	8 532	8 287	7 774	8 017	8 319
Батыс Азия	2 219	2 592	2 906	2 977	3 154
Оңтүстік Азия	2 657	3 023	2 804	2 527	3 142
Шығыс Азия	22 896	24 469	25 410	24 760	25 660
Мұхит мемлекеттері	936	958	853	787	940
Барлығы	56 411	59 478	60 211	58 981	60 304

Кестеде келтірілгендей, минералды тыңайтқыштарды тұтыну көлемінің артуы Латын Америкасы, Африка елдерінде байқалса, керісінше тұтыну көлемінің кему динамикасы Солтүстік Американың көрсеткіштерінен көрініп тұр. Ал Еуропа мен Азия мемлекеттерінде бұл көрсеткіш біршама тұрақты.

Минералды тыңайтқыштарды өндірудің қазіргі кездегі әлемдік көрсеткіштері туралы қорытындыланған ақпараттар 3-кестеде келтірілген [1].

3 кесте. **Минералды тыңайтқыштарды өндірудің әлемдік көрсеткіші, мың т.**

Аймақтар	2010	2011	2012	2013	2014
Еуропа	294	317	313	320	345
Шығыс Еуропа және Орталық Азия	4 709	4 526	4 542	4 722	4 576
Солтүстік Америка	7 512	8 227	8 695	8 890	7 757
Латын Америкасы	2 682	3 483	3 509	3 487	3 689
Африка	13 630	13 041	13 014	12 406	13 237
Батыс Азия	4 238	4 874	4 583	4 215	4 765
Оңтүстік Азия	529	535	364	333	403
Шығыс Азия	21 967	23 506	24 263	23 844	24 694
Мұхит мемлекеттері	852	969	928	764	839
Барлығы	56 411	59 479	60 212	58 981	60 303

3-кестеден көрінетіндей, минералды тыңайтқыштарды өндіру көлемі Африка, Шығыс Азия және Еуропа елдерінде біршама артса, керісінше Солтүстік Америкада кемуде, ал Шығыс Еуропа мен Орталық Азия елдерінде өндіру көлемі біршама тұрақты қалыпта сақталуда.

Минералды тыңайтқыштарды импорттау көлемі туралы әлемдік мәліметтер 4-кестеде келтірілген [1].

4 кесте. **Минералды тыңайтқыштарды импорттаудың әлемдік көрсеткіші, мың т.**

Аймақтар	2010	2011	2012	2013	2014
Еуропа	1 597	1 340	1 228	971	1 075
Шығыс Еуропа және Орталық Азия	907	903	895	849	907
Солтүстік Америка	926	1 038	1 110	1 122	926
Латын Америкасы	984	950	962	950	984
Африка	48	37	3	20	48
Батыс Азия	543	523	341	316	543
Оңтүстік Азия	2 129	2 488	2 440	2 194	2 129
Шығыс Азия	1 354	1 329	1 294	1 056	1 354
Мұхит мемлекеттері	423	346	349	324	423
Барлығы	9 578	9 779	9 562	8 343	9 578

4-кестеден байқағанымыздай, минералды тыңайтқыштарды басты импорттаушы мемлекеттерге Оңтүстік және Шығыс Азия елдері жатады. Аталған мемлекеттердегі, сонымен қатар Шығыс Еуропа және Орталық Азия елдерінің де импорт көлемі соңғы жылдары артуда, ал Солтүстік Америкада төмендеуде.

Минералды тыңайтқыштарды экспорттау туралы әлемдік көрсеткіштері 5-кестеде келтірілген [1].

5 кесте. **Минералды тыңайтқыштарды экспорттаудың әлемдік көрсеткіші, мың т.**

Аймақтар	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
Еуропа	22	43	16	0	10
Шығыс Еуропа және Орталық Азия	893	636	735	892	890
Солтүстік Америка	0	0	0	0	0
Латын Америкасы	192	783	978	1 047	977
Африка	5 146	4 791	5 244	4 409	4 925
Батыс Азия	2 562	2 805	2 018	1 553	2 091
Оңтүстік Азия	0	0	0	0	0
Шығыс Азия	425	365	147	139	139
Мұхит мемлекеттері	339	356	425	302	288
Барлығы	9 578	9 780	9 562	8 343	9 320

5-кестеде көрінетіндей, минералды тыңайтқыштарды басты экспорттаушы мемлекеттер ретінде Африка және Батыс Азия елдері көш басында тұр. 2014-2015 жылдары фосфорлы тыңайтқыштарды тұтынудың көлемі Латын Америкасы және Оңтүстік-Шығыс Азия елдерінде біршама артқандығы байқалады. Фосфорлық тыңайтқыштар мен фосфатты шикізаттарды өндірудің көлемі 2015 жылы 2-3% артқан. ДАФ өндірісінің көлемі Марокко және Сауд Арабиясы елдерінде біршама өссе, керісінше АҚШ едәуір кеми түсті [1].

Ауылшаруашылығы дақылдарына таптырмас химиялық өнім ретінде қолданылатын минералды тыңайтқыштарға деген қажеттілік жылдан жылға артуда. Азотты, фосфорлы және калийлі тыңайтқыштарға қажеттілік туралы мәліметтер 6-кестеде келтірілген [1].

6 кесте. **Минералды тыңайтқыштарға қажеттіліктің әлемдік көрсеткіші, млн. т.**

Жылдар	**N**	**P_2O_5**	**K_2O**	**Барлығы**
2012/2013	108,6	41,4	29,2	179,1
2013/2014	109,9	40,5	30,4	180,7
2014/2015	110,3	41,1	32,0	183,4
Өзгеріс	***+0,4%***	***+1,6%***	***+5,4%***	***+1,5%***
2015/2016	110,4	40,8	31,9	183,1
Өзгеріс	***+0,1%***	***-0,9%***	***-0,2%***	***-0,1%***
2016/2017	112,0	41,6	33,0	186,6
Өзгеріс	***+1,4%***	***+2,1%***	***+3,3%***	***+1,9%***

Кестеде келтірілгендей, минералды тыңайтқыштарға деген сұраныс көлемі жыл өткен сайын артуда. Соңғы жылдарға жасалған болжамдар бойынша біраз ауытқулар орын алады деп күтілуде.

Біздің еліміздегі фосфорлы және басқа да тыңайтқыштарды өндірумен мына мекемелер айналысады: Тараз қаласындағы ЖШС «КАЗФОСФАТ» (Минералды Тыңайтқыштар Зауыты), Ақтау қаласындағы ЖШС «КазАзот» компаниясы, ЖШС «ЕуроХим-Тыңайтқыш», ЖШС «ЕуроХим Қаратау», ЖШС «Сары Тас ЕуроХим» компаниялары. Осы кәсіпорындардың нәтижелі өндірістік іс-әрекеттерінің нәтижесінде соңғы алты жылда минералды тыңайтқыштар өндірісінің көлемі біршама артып, азотты тыңайтқыштар көлемі 7,8%, ал фосфорлы тыңайтқыштар өндірісінің көлемі 7% ұлғайды (7-кесте) [2].

7-кесте. **Қазақстандағы минералды тыңайтқыштардың негізгі түрлерінің соңғы алты жылдағы өндіріс көлемі, т.**

Тыңайтқыш	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Азотты	159856	222927	164954	187490	282404	311435
Фосфорлы	40736	64991	69529	71585	87960	90106

Фосфорлы тыңайтқыштар өндірісінде негізінен Қаратау және Шилісай кен орындарының фосфориттерін шикізат көзі ретінде қолданады. Минералды тыңайтқыштар мен оларды өндіруге қажетті химиялық өнімдерді өндіру, импорттау, ішкі нарықта қолдану, экспорттау деңгейі туралы соңғы мәліметтер 8-кестеде келтірілген [2].

8-кесте. **Минералды тыңайтқыштар мен оларды өндіруге қажетті химиялық өнімдерді өндіру, импорттау, ішкі нарықта қолдану, экспорттау деңгейі, %.**

Өнім атауы,	Өндіріс	Импорт	Ішкі нарықта қолдану	Экспорт
Фосфор,т	100	0	1,1	98,9
Күкірт қышқыл, т	97,9	2,1	99,9	0,1
Сульфидтер, сульфаттар, сульфиттер, т	7,5	92,5	63,5	36,5
Карбидтер, т	100	0	85,1	85,1
Фосфорлы тыңайтқыштар	51,1	48,9	84,9	15,1
Азотты тыңайтқыштар	100	0	92,6	7,4

8-кестеде көрінетіндей, фосфорлы тыңайтқыштардың 84,9% ішкі нарықты қамтамасыз етсе, қалған 15,1% экспортқа жөнелтіледі, яғни 2015 жылы 90106 т фосфорлы тыңайтқыштар өндірілсе (7-кесте), соның 76499 т ішкі нарықта қолданылса, қалған 13606 т экспортталады [2].

Елімізде минералды тыңайтқыштарды тұтыну көлемі туралы мәліметтер 9-кестеде келтірілген [2].

9 кесте. **Қазақстандағы минералды тыңайтқыштарды тұтыну көлемі**

	Тыңайтқыштар	Бірлігі	2010	2011	2012	2013	2014
1	Ауыл шаруашылығы жерлерінің алаңы	млн. га	21,4	21,1	21,2	21,3	21,2
2	Азот тыңайтқыштарын тұтыну	1000 т N	22,5	23,9	82,0	26,8	28,6
3	Азот тыңайтқыштарын тұтыну	кг/га	1,0	1,1	3,9	1,3	1,3
4	Фосфат тыңайтқыштарын тұтыну	1000 т P_2O_5	13,0	16,8	19,7	21,2	29,4
5	Фосфат тыңайтқыштарын тұтыну	кг/га	0,6	0,8	0,9	1,0	1,4
6	Калий тыңайтқыштарын тұтыну	1000 т K_20	2,27	0,75	0,51	0,43	2,07
7	Калий тыңайтқыштарын тұтыну	кг/га	0,106	0,036	0,024	0,020	0,097
8	NP тыңайтқыштарын тұтыну	1000 т N және P_2O_5	76,5	70,1	80,0	76,4	108,5
9	NP тыңайтқыштарын тұтыну	кг/га	3,6	3,3	3,8	3,6	5,1
10	PK тыңайтқыштарын тұтыну	1000 т P_2O_5 және K_20	37,8	27,2	34,5	36,6	8,33
11	PK тыңайтқыштарын тұтыну	кг/га	1,8	1,3	1,6	1,7	0,4
12	NK тыңайтқыштарын тұтыну	1000 т N және K_20	48,0	43,0	47,9	41,9	61,47
13	NK тыңайтқыштарын тұтыну	кг/га	2,2	2,0	2,3	2,0	2,9
14	NPK тыңайтқыштарын тұтыну	1000 т N, P_2O_5 және K_20	76,5	70,2	81,2	77,4	114,9
15	NPK тыңайтқыштарын тұтыну	кг/га	3,6	3,3	3,8	3,6	5,4
16	Минералдық тыңайтқыштарды тұтынудың жалпы көлемі	1000 т	276,6	252,0	345,7	280,7	353,3
17	Алаң бірлігіне шаққандағы минералдық тыңайтқыштарды тұтынудың көлемі	кг/га	12,9	11,9	16,3	13,2	16,7
18	Минералдық тыңайтқыштармен өңделген алаңдар	млн. га	0,50	0,68	1,14	1,07	1,24

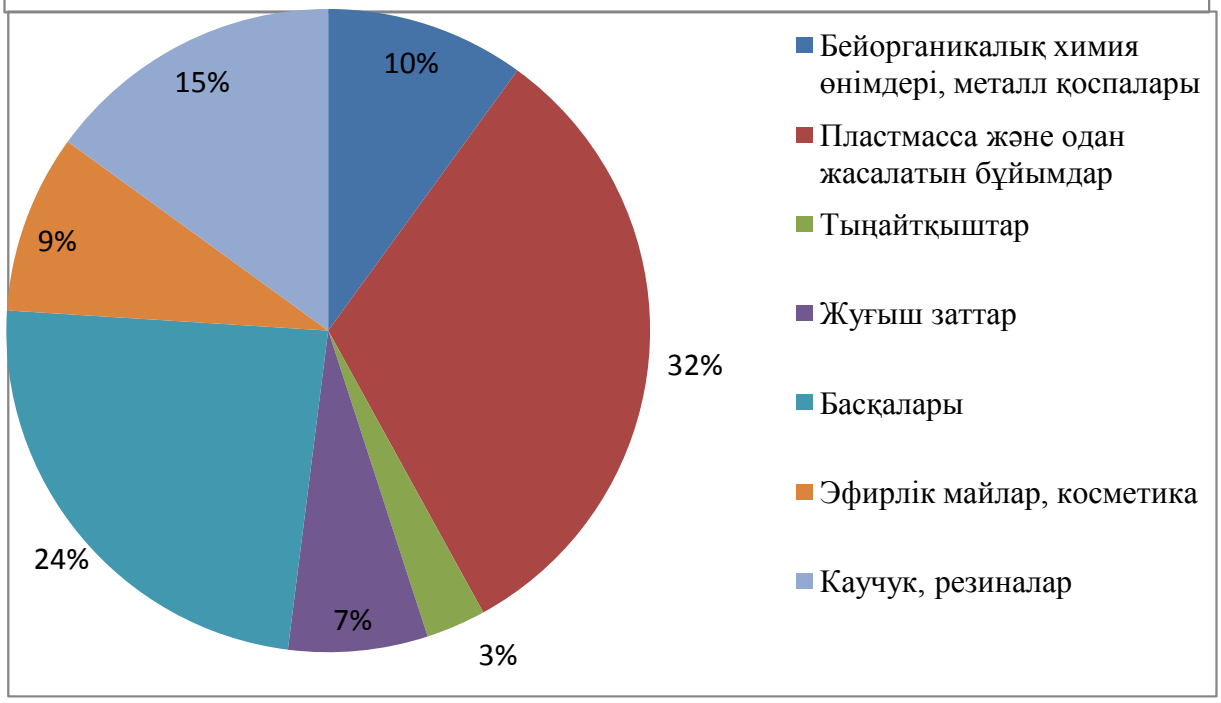
9-кестеде келтірілгендей, Қазақстанда минералды тыңайтқыштарды тұтыну бойынша алдыңғы қатарда NP және NPK тыңайтқыштары тұр.

Қазіргі таңдағы Қазақстандағы химиялық өнеркәсіптің құрамына минералды тыңайтқыштардан бөлек пластмасса, синтетикалық каучук, тазалаушы және жуушы заттар сияқты өнімдер кіреді. Химиялық өнеркәсіптік тауарларын экспорттау бойынша алдыңғы қатарды бейорганикалық химия өнімдері және металл қоспалары сияқты өнімдер алатын болса, тыңайтқыштар айтарлықтай үлеске ие емес. Мұның себебі, еліміздегі тыңайтқыштар өндіретін кәсіпорындардың ұсақтығы және технологиялық кемшіліктерімен байланысты (4-сурет) [3].

Дегенмен, экспортқа қарағанда импорттаушы тауарлардың ішінде дехимиялық тыңайтқыштар өте аз үлеске ие (5-сурет) [3].



4-сурет. Қазақстандағы химиялық өнімдер экспортының құрылымы



5-сурет. Қазақстандағы химиялық өнімдер импортының құрылымы

Елімізде сәтті түрде жүзеге асырылып жатқан Индустриалды Инновациялық Дамудың Мемлекеттік Бағдарламасы бойынша жаңа кәсіпорындар ашылып, көптеген жаңа технологиялар енгізілуде. Мысалыға, Жамбыл облысындағы фосфорит кендерін өндіру бойынша ЖШС «ЕуроХим-Тыңайтқыштар» жобасының минералды тыңайтқыштар саласына салынған инвестициялар көлемі 131,2 млн.долларына тең. Осы жоба бойынша тау-кен және химиялық кешен тұрғызу жоспарлануда. Өткен жылы аталмыш мекеме 155 млн.доллары көлемінде инвестиция салып, өнімділігі жылына 640 мың тонна фосфорит ұнын беретін кәсіпорынды іске қосты. Одан бөлек дәл осы мекеме 950 млн.доллар инвестицияны салып, жылына өнімділігі 1 млн. тонна болатын дикальцийфосфат, калий сульфаты, магний сульфаты тыңайтқыштарын өндіру бойынша зауытты іске қоспақшы [4]. Ақтөбе облысындағы калийлі тыңайтқыштарды өндіру бойынша тау-кен байыту комбинаты салынуда және қолдануға 2018 жылы беріледі деп жоспарлануда [5].

Осылайша, минералды тыңайтқыштарды тұтыну мен өндіру көлемі әлемдік ауылшаруашылығы салаларының ұлғаюына орай артып отыр. Минералды тыңайтқыштардың әлемдік өндірісі қазіргі кезде өзінің шыңында тұр. Келешекте минералды тыңайтқыштарды тұтыну және өндіру көлемі жылдам дамитындығы күтілуде. Бұған себеп – ғаламшар халқының өсуі және ауыр шаруашылығында қолданатын құнарлы жерлердің шектеулігі.

Әдебиеттер

[1] International Fertilizer Industry Association (IFA) компаниясының қысқамерзімді есебі. Ресми сайты www.fertilizer.org

[2] Қазақстан Республикасы Ұлттық Экономика Министрлігі Статистика Комитетінің ресми сайты stat.gov.kz

[3] “Kaznex Invest” инвестициялар және экспорт бойынша Ұлттық агенттігінің ресми сайты invest.gov.kz.

[4] О.Дәуіт «Ел де разы, «ЕуроХим» де разы». «Егемен Қазақстан» Республикалық жалпы ұлттық газеті. №22 (28749). 03.02.2016ж.

Райымбеков Е.Б., Рыскулов Т.А., Назарбек У.Б., Бестереков У.

О современном состоянии производства и потреблении минеральных удобрений

Резюме. Приведены последние статистические данные производства и потребления минеральных удобрений в мире и в том числе Казахстане. Исходя из приведенных данных, был сделан обзор рынка минеральных удобрений в мире и в нашей стране.

Ключевые слова: минеральные удобрения, химическая промышленность, сельское хозяйство, производства, объем потребления.

Raiymbekov Y.B., Ryskulov T.A., Nazarbek U.B., Besterekov U.

On the current state of production and consumption of mineral fertilizers

Summary. The article presents the latest statistics of production and consumption of mineral fertilizers in the world, including Kazakhstan. Based on the data provided an overview of the market of mineral fertilizers in the world and in our country.

Key words: mineral fertilizers, chemical industry, agriculture, production, consumption.

УДК 621.075

А.Б. Телешева, А.Т. Турдалиев, Е.В. Чумаков

(Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, telesheva_a@kazntu.kz)

АД31 АЛЮМИНИЙ ҚОРЫТПАСЫНЫҢ БЕРІКТІГІНЕ ПЛАСТИКАЛЫҚ ДЕФОРМАЦИЯ ӘСЕРІ

Аңдатпа. Мәтінде АД31 алюминий қорытпасының зерттеу нәтижелері көрсетілген. Зерттеу машинажасау практикасында кеңінен қолданылатын конструкциялық материал үлгісінде жүргізілген. АД31 алюминий қорытпасында табиғи ескіру процесі ішкі кернеулердің қалыптасуына септігін тигізетін құрылымдық қайта құрумен жалғасқан. Солай бола тұра, беріктік сипаттамаларын арттыру, экструзи әдісімен профильдерді өндіруде тиімсіз болатын, пластикалық қасиетінің жоғалуына алып келеді.

Түйін сөздер: механикалық қасиеттер, алюминий қорытпалары, кристалдану, деформация.

АД31 алюминий қорытпасының эксперименттік зерттеу нәтижелері белгілі болды, дайындамалардың кристалдану температуралық өрісі белгіленді, балқымаға қызу температурасының әсері, қызған жағдайда шыдау уақыты, беріктік және пластикалық қасиеттерінде кристалдану жылдамдықтары көрсетілді [1-3] жұмысында. Бірақ бірталай сұрақ қарастырылмай қалды. Оның ішінде, пластикалық деформация шамасының көрсетілген материалдың беріктік деформациясына әсері. Келесі қарастыратын сұрағымыз осы.

АД31 алюминий қорытпасында табиғи ескіру процесі ішкі кернеулердің қалыптасуына септігін тигізетін құрылымдық қайта құрумен жалғасқан. Солай бола тұра, беріктік сипаттамаларын арттыру, экструзи әдісімен профильдерді өндіруде тиімсіз болатын, пластикалық қасиетінің жоғалуына алып келеді. Сондықтан, престеу алдында алюминий қорытпасы 480°С де гомогенезация термоөңдеуінен өтеді. Гомогенезациялы жасыту процесінде пластикалық қасиеттің тек бір бөлігі ғана қалпына келтіріледі. Бірақ қорытпаның құрылымы сол қалпында қалады.

/4/ жұмысында деформациялық беріктік процесінің динамикасы зерттелді және жинақталған пластикалық деформация мен аққыштық шегінің шамасы арасындағы байланыс орнатылды. Осыған сәйкес ол мына теңдеумен көрсетіледі:

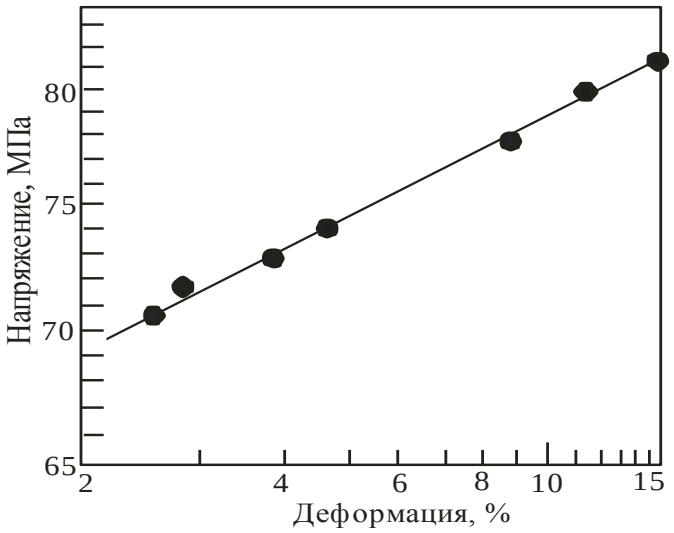
$$\sigma_{02} = \varphi \varepsilon^{\nu}, \qquad (1)$$

мұндағы : j және n – коэффициенттер.

Бұл жерде айта кететіні, [4] жұмыстың эксперименттік нәтижелері 20°С температуралық қалыпты жағдайда алынған. Өндірістің нақты жағдайларында профильдерді престеу өте жоғары температурада жүргізіледі. Осы мақсатпен, бұл жұмыста АД31 алюминий қорытпасының пластикалық және беріктік қасиеттеріне, алдын ала пластикалық деформация күшінің әсерін зерттедік.

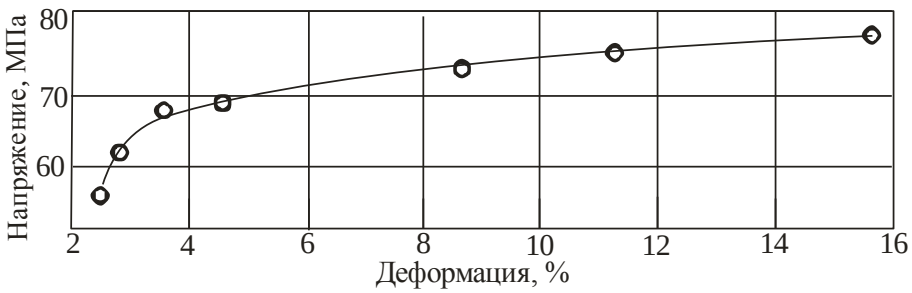
Ол жұмыс беріктендіру және термиялық өңдеу әсерінің болуын анықтау үшін қажет болды. Осы мақсатта бірнеше сынақтар өткізілді. Үлгілер ескіргеннен кейін, престе бір өсті қысу кезінде 490°С де деформацияланған. Нәтижелері 1 – ші суретте көрсетілген.

Суретте көретініміз, деформация артқан сайын кернеу де артып келеді, бұл беріктендірудің болуын арттырады. График екі логарифмдік координатада құрылған, сәйкесінше типті электр теңдеуімен сипатталады (1).



1-сурет. АД31 алюминий қорытпа үлгілерінің 490°С температурадағы гомогенезациясыз қысу кезіндегі қарсыласу кернеуі.

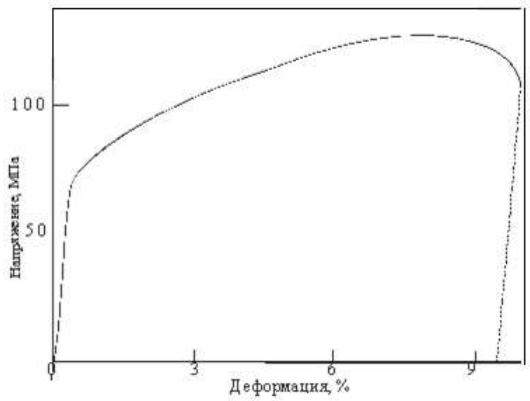
Үлгілердің екінші легі гомогенезациядан кейін зерттелді. Нәтижелері графикалық түрде 2 – ші суретте көрсетілген.



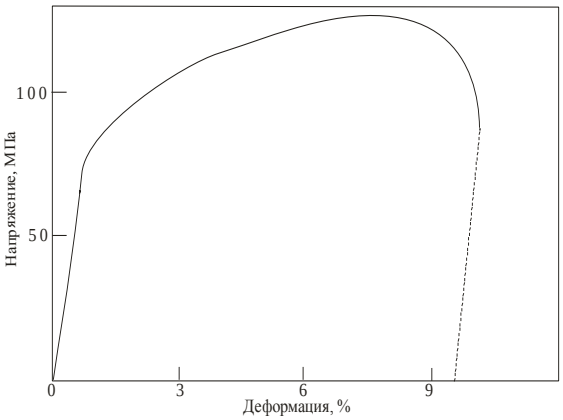
2-сурет. АД31 алюминий қорытпасының гомогенезациядан кейінгі, бір өсті қысу кезіндегі қарсылық кернеуінің деформацияға тәуелділігі. Сынақ температурасы 480°С.

2-ші суреттен көріп тұрғандай, график біркелкі түрде емес. Аз деформацияланған аймақта тәуелділік өте жоғары. Деформация өскен сайын беріктік әлсірей берген. График қисық қанығу сызығы түрінде көрсетілген деуге болады. Сондай-ақ алынған нәтиже /5/ жұмыспен сәйкес келеді.

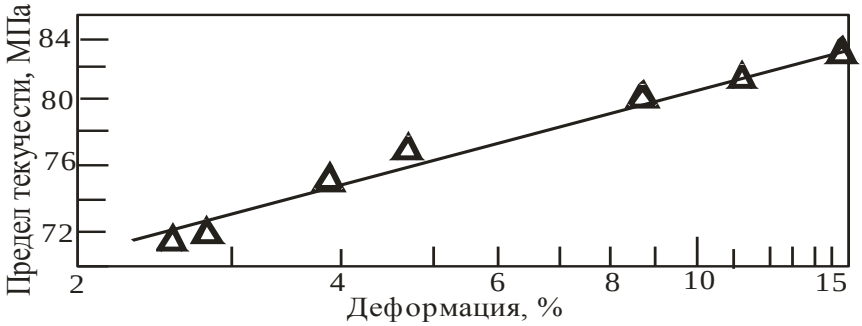
Зерттелген қысу деформация ауқымы толықтай нақты қамтиды, мұнымен профильдердің әр түрлі типті өндірісінде кездесуге болады. Деформацияланған АД31 алюминий қорытпасының механикалық қасиеттеріне толық баға беру үшін, үлгілерге созылу сынағы жүргізілді. Ол үшін дайындамалар қысу жағдайында деформацияланды, содан соң олардан токарлық станоктарда созуға сынау үшін цилиндрлі үлгілер алынды. Кесумен өңдеу режимдері құрылымды өзгертпейтіндей етіп таңдалынып алынды. Одан басқа, үлгінің бетіндегі суық – шыңдалған қабатты алып тастау үшін, соңғы операция ретінде жылтырату және тегістеу болып табылды. Екі үлгінің созылу диаграммасы 3 және 4 суретте көрсетілген.



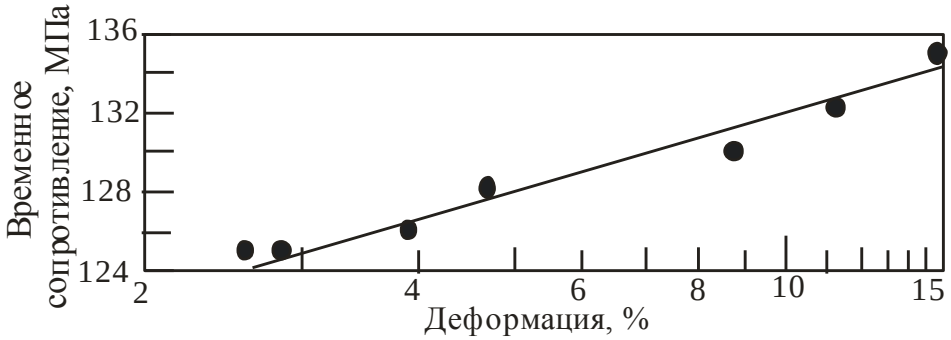
3-сурет. АД31 алюминий қорытпасының 200°С та, 8 сағат ішінде ескіруінен және 3,7% қысу деформациясынан кейінгі созылу диаграммасы.



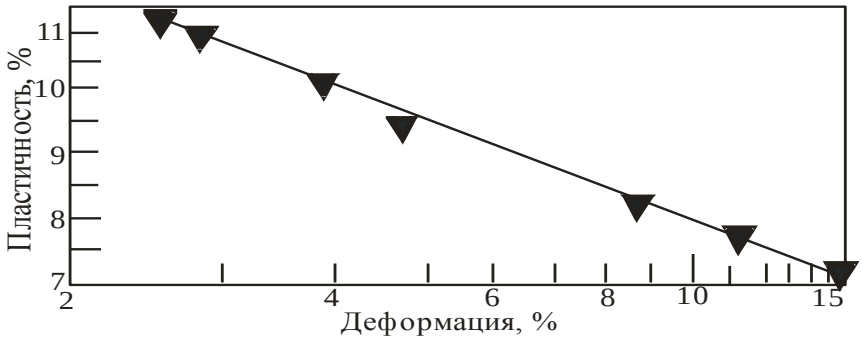
4-сурет. АД31 алюминий қорытпасының 200°С та, 8 сағат ішінде ескіруінен және 4,6% қысу деформациясынан кейінгі созылу диаграммасы. Диаграммалар дәстүрлі түрін сақтаған. Өңдеу нәтижелерін 5, 6 және 7 суреттер көрсетеді.



5-сурет. АД31 алюминий қорытпасының 200°С та, 8 сағат ішінде жүргізілген жасанды ескіруінен кейінгі, жинақталған пластикалық деформациясының аққыштық шегіне тәуелділігі.



6-сурет. АД31 алюминий қорытпасының 200°С та, 8 сағат ішінде жүргізілген жасанды ескіруінен кейінгі, жинақталған пластикалық деформациясының уақытша қарсылыққа тәуелділігі.



7-сурет. АД31 алюминий қорытпасының 200°С та, 8 сағат ішінде жүргізілген жасанды ескіруінен кейінгі, жинақталғын пластикалық деформациясының илемділікке тәуелділігі.

Алынған тәуелділіктер жасалып болған өнімдердің механикалық қасиеттеріне байланысты қойылған сұраққа жауап береді.

Әр түрлі жағдайда кристалдану нәтижесінде қалыптасқан, көлемі бойынша бірдей емес дайындамадағы алюминий қорытпасының құрылымы бүкіл технологиялық опреациялар кезінде сақталады. Дайындама сияқты дайын өнім де бірдеі емес құрылымға ие. Беріктігі де, пластикалық қасиеті де процесс кезіндегі жинақталған пластикалық деформацияның шамасына тәуелді.

Жинақталған пластикалық деформация артқан сайын, аққыштық шегінің шамасы артады. Бұл құрылымдық материалдардың құрылымы мен қасиеттеріне деформация әсері туралы қолданыстағы идеяларға қайшы келмейді. Аққыштық шегі сияқты уақытша қарсылық та өзгереді. Зерттелген σ_{02} аралығында, 71,6 МПа – дан 83,2 МПа – ға дейін өзгергенін көріп отырмыз. Сондай-ақ, уақытша кедергі, $\sigma_в$, 125 МПа – дан 134,7 МПа – ға өседі. Онымен қоса илемділік қоры 11,2 % - дан 7,1 % - ға дейін төмендейді. Жоғарыда келтірілгендей, кристалдану жағдайына тәуелді және кристалдану процесінде пайда болған құрылымның әркелкілігі соңғы өнімге дейін, кез – келген технологиялық

операция қадамында, өнімнің барлық кезеңінде көрінеді.

Аққыштық шегі кескіні болып табылатын, ішкі кернеулердің біркелкі таралмауы, өнімнің қоймада сақталуы кезінде, ары қарай микрокұрылымын өзгеоту үшін қозғаушы күш ретінде әрекет етуі мүмкін. Мұндай тұжырымарды тексеру үшін, жасанды ескіруден және 17 күн бойы сақталудан кейін, әр түрлі дәрежедегі жинақталған пластикалық деформациясы бар үш түрлі үлгі созылуға сыналды. Мынандай нәтижелер алынды:

σ_{02} = 76,3 МПа 3,7% жинақталған пластикалық деформациясы бар үлгі үшін;

σ_{02} = 84,2 МПа 8,7% жинақталған пластикалық деформациясы бар үлгі үшін;

σ_{02} = 88,0 МПа 11,3% жинақталған пластикалық деформациясы бар үлгі үшін;

Эксперимент нәтижелері бойынша, құрылымның өзгеру процесстері өте қарқынды жүрген, мұндай нәтиже құрылымның беріктік және пластикалық қасиеттерінің өзгеруіне алып келеді. Бұл АД31 қорытпасынан жасалған өнімдерде, сақтау кезінде және пайдаланудың ерте сатыларында шытынауға немесе бойлық иілуге алып келетін июші және айналдырушы моменттің туындауына себеп болады.

ӘДЕБИЕТ

[1] Чумаков Е.В., Удербаева А.Е., Смагулова Н.К. Профильдер өндірісі үшін тағайындалған, АД31 алюминий қорытпасын кешенді зерттеу// Бірінші халықаралық ғылыми – техникалық конференция еңбегі «Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства», 1 Том, Алматы, 20010. – 293-297 б.

[2] Орлова Е.П., Удербаева А.Е., Чумаков Е.В. Алюминий қорытпаларынан профиль өндірудің ерекшеліктері// Бірінші халықаралық ғылыми – техникалық конференция еңбегі «Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства», 1 Том, Алматы, 20010. – 290-293 б.

[3] Удербаева А.Е. АД31 алюминий қорытпасынан құйылған дайындамалардың механикалық қасиеттеріне қыздыру температурасы мен шыдау уақытының әсері// Бірінші халықаралық ғылыми – техникалық конференция еңбегі «Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства», 1 Том, Алматы, 20010. – 300-304 б.

[4] Чумаков Е.В., Жансеркеева З.А. «Деформационное упрочнение алюминия и титана». - Алматы, «Вестник КазАТК», №3, 2008, 97 б.

[5] Есырев П.Г, Чумаков Е.В., Сыздыкбеков Н.Т., Удербаева А.Е. и др. Алюминий және оның қорытпалары. Деформацияланатын АД31 алюминий қорытпасын консорциум өндірісі негізінде зерттеу «АЛПРОФ», Алматы, 2010. – 110 б.

Телешева А.Б., Турдалиев А.Т., Е.В. Чумаков

Влияние пластической деформации на упрочнение алюминиевого сплава АД31

Резюме. Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что процессы структурных изменений протекают достаточно интенсивно, приводят к изменению прочностных и пластических свойств изделий. Это, в свою очередь, является причиной возникновения в изделиях из сплава АД31 изгибающих и крутящих моментов сил, приводящих к короблению и растрескиванию готовых изделий в процессе хранения и на ранних стадиях эксплуатации.

Ключевые слова: механические свойства, алюминиевые сплавы, кристаллизация, деформация.

Telesheva A.B., Turdaliyev A.T., E.V. Chumakov

Influence of plastic deformation on hardening of AD31 aluminum alloy

Summary. Results of experiment demonstrate that processes of structural changes proceed rather intensively, lead to change of strengthening and plastic properties of products. It, in turn, is an origin in products from an alloy of AD31 of flexings and torsional moments of forces leading to warping and cracking of finished products in the course of storage and at early stages of operation

Key words: mechanical properties, aluminum alloys, crystallization, deformation.

УДК 681.20:545.48

А.Х. Ибраев, К.К. Молдахметов
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, kuanyshapochta@mail.ru)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПЛАВКИ МЕДИ В ПЕЧИ ВАНЮКОВА

Аннотация: Процесс плавки медных концентратов является одним из наиболее существенных мировых достижений в области металлургии тяжелых цветных металлов. Исследование данных процессов осуществлялась в период внедрения в производство технических средств автоматизации с использованием методов математического моделирования в научных исследованиях. В статье привоедено описание математических моделей для целей эффективного управления процессами плавки медных концентратов.

Ключевые слова: печь (процесс) Ванюкова, плавка в жидкой ванне, интеллектуальные системы управления, экспертные системы, нечеткие алгоритмы

Различные научные исследования в области оптимизации физико-химических процессов позволили создать новую технологию – плавку в жидкой ванне, позже названную «плавкой Ванюкова». Сущность технологического процесса в жидкой ванне заключается в том, что кислородсодержащий газ вводится под избыточным давлением около 0,1 МПа в расплав через фурмы в стенах печи на уровне примерно 0,3-0,7 м ниже уровня расплава в спокойном состоянии внутри шахты печи. Общая глубина ванны расплава в печи без барботажа 2,0-2,5 м. Кислородсодержащий газ дутья, барботируя верхнюю часть расплава, энергично перемешивает его и создает газонасыщенный слой гетерогенного расплава, состоящего в основном из шлака с включениями до 10% (вес.) сульфидов в виде капелек штейна и при недостатке тепла – угля или кокса. Высота барботируемого газонасыщенного расплава увеличивается на величину, равную 2-х кратному расстоянию от оси фур до уровня расплава в спокойном состоянии. Кислородсодержащий газ взаимодействует, в первую очередь, с сульфидом железа, серой и углем и генерирует тепло, необходимое для плавления загружаемой шихты и нагрева расплава именно в зоне технологического процесса равномерно во всем верхнем слое [1].

Благодаря интенсивному перемешиванию капельки сульфидной фазы, образуемые из загруженных частиц сырья, соударяются и сливаются, достигая гидродинамически устойчивого размера 0,5-5 мм, достаточного для выпадения их из верхнего барботируемого слоя и быстрого опускания в донную фазу.

Шихта, состоящая из флотационного концентрата или кусковой руды с флюсом и, если необходимо, с кусковым углем, вводится сверху в барботируемый слой; вследствие высокой энергии перемешивания она равномерно распределяется по всему его объему [2].

Расплавленные сульфиды шихты вследствие высокой активности серы и железа интенсивно взаимодействуют со шлаком и кислородом дутья, поддерживают низкое содержание магнетита в шлаке. Это способствует получению шлаков, бедных по цветным металлам.

Печь Ванюкова представляет собой прямоугольную шахту шириной 2,0-2,5 м, длиной 10 и высотой 6 м. В боковых продольных стенах печи на высоте 1,60-2,5 м от подины водоохлаждаемые фурмы для подачи дутья, а если необходимо и углеродистого топлива (природного газа, мазута или пылеугля). Экспериментально установлено, что ни один из известных огнеупоров не способен длительное время противостоять воздействию нагретого до 1500-1600 К шлака при энергичном его перемешивании [2].

Для надежного ограждения расплава потребовалось смонтировать боковые и торцевые стены шахты из массивных охлаждаемых водой медных кессонов, расположенных в зоне перемешивания шлака от уровня около 1 м ниже оси фурм, до уровня 3,5 м выше оси фурм. Горн шахты печи ниже кессонированного пояса выполнен из огнеупорного кирпича. В торцевых стенах горна созданы два переточных канала для вывода из него шлака и штейна. Снаружи к шахте печи у переточных каналов герметично примыкают емкости, сообщающиеся через них с внутренним пространством шахты, называемые шлаковым и штейновым сифонами. В стенах этих сифонов предусмотрены щелевидные окна, положение порога которых определяется соответствующим уровнем слива шлака и штейна.

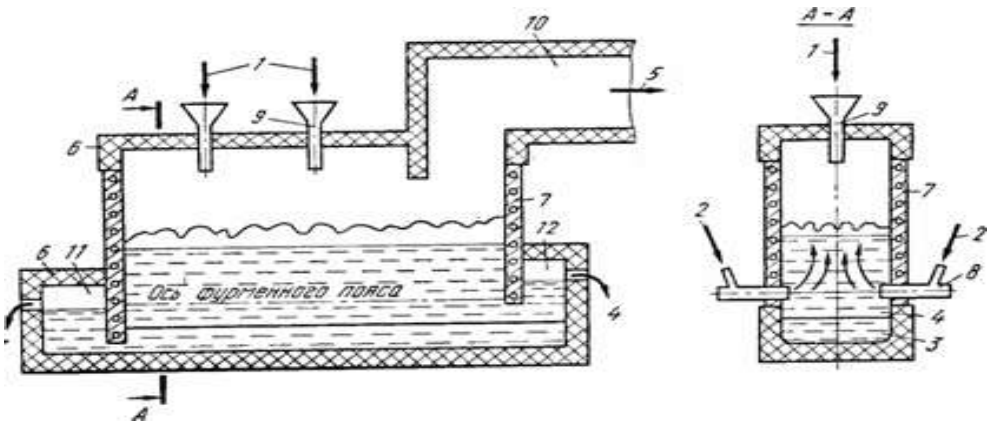


Рис. 1. Схема печи Ванюкова
1–шихта; 2–дутье; 3–штейн; 4 — шлак; 5 — газы; 6 — кладка печи;
7 — медные литые кессоны; 8 — фурмы; 9 загрузочная воронка; 10 — аптейк;
11 — штейновый сифон; 12 — шлаковый сифон

Плавка в жидкой ванне представляет собой принципиально новый класс, эмульсионных процессов, осуществляемых в энергично барботируемых шлаковых ваннах.Ванюковым А.В. впервые были обоснованы преимуществавертикального движения эмульсии в нижней подфурменной зоне при ее расслаивании в прямоточном потоке расплава. Это позволило совместить в одном агрегате реакционную зону с движением расплава.

Основное достоинство возгонки в барботажных процессах это большая реакционная способность контактирующих фаз (шлака, штейна, газа) из-за развитой поверхности, что обеспечивает высокие скорости массообмена, теплообмена и всех химических и физических процессов.

Характеристика процесса Ванюкова как объекта управления. Объект управления - промышленная печь Ванюкова для плавки в «жидкой ванне». Промышленная установка Ванюкова БГМК представляет собой двухзонную кессонированную печь с непрерывной сводовой загрузкой в зону плавления, боковым дутьем в расплав и непрерывным выводом продуктов плавки из реакционной зоны [2].

Шихта составляется в штабельном шихтарнике по расчетам режима плавки и данными о составе перерабатываемых материалов. Попадая в расплав шихта нагревается, растворяется, высшие сульфиды шихты диссоциируют, образуя простейшие сульфидные соединения и элементарную серу. Продукты диссоциации взаимодействуют с кислородом дутья, барботирующего расплав, в результате чего образуются штейн, шлак и богатые по сернистому ангидриду газы. Штейно-шлаковая эмульсия, опускаясь вниз, постепенно расслаивается, штейн образует сплошную фазу, а шлак через сифон попадает в восстановительную зону, после чего через второй сифон перетекает в шлаковый электроотстойник [3].

Из характеристики процесса переработки материалов в печи ПЖВ на БГМК можно заключить, что объект управления представляет собой технологический процесс со сложной взаимосвязью характеризующих его параметров. Среди особенностей печи ПЖВ БГМК следует выделить:

- малую инерционность объекта по каналу: дутье - температура расплава и отходящих газов и относительно большую по каналу: дутье, состав входных продуктов - состав штейна и шлака;

- объект можно отнести к классу непрерывных (непрерывная подача шихты, дутья, непрерывность основных преобразований (нагревание, плавление, окисление, восстановление материалов, массо- и теплообмен) и непрерывный выпуск шлака и периодический - штейна, непрерывный отсос отходящих газов);

- нестационарность параметров процесса в следствие колебаний значений входных переменных, из за недостаточного усреднения шихты;

- неполноту информации (наличие контролируемых параметров, а также запаздываний как на самом объекте, так и в каналах измерения, значительный уровень помех в последнем и т.д.);

- процессы переработки различных видов сырья, перерабатываемыхв печи ПВ, имеют ряд особенностей в характере протекания физико-химических явлений.

В настоящей работе предлагается структура системы управления процессом, включающая имеющиеся системы автоматической стабилизации входных (подсистема стабилизации входных переменных) и выходных переменных с обратными связями (подсистема стабилизации манометрического режима) с добавлением к ним подсистем оптимального управления и интеллектуальной подсистемы (рисунок 2).

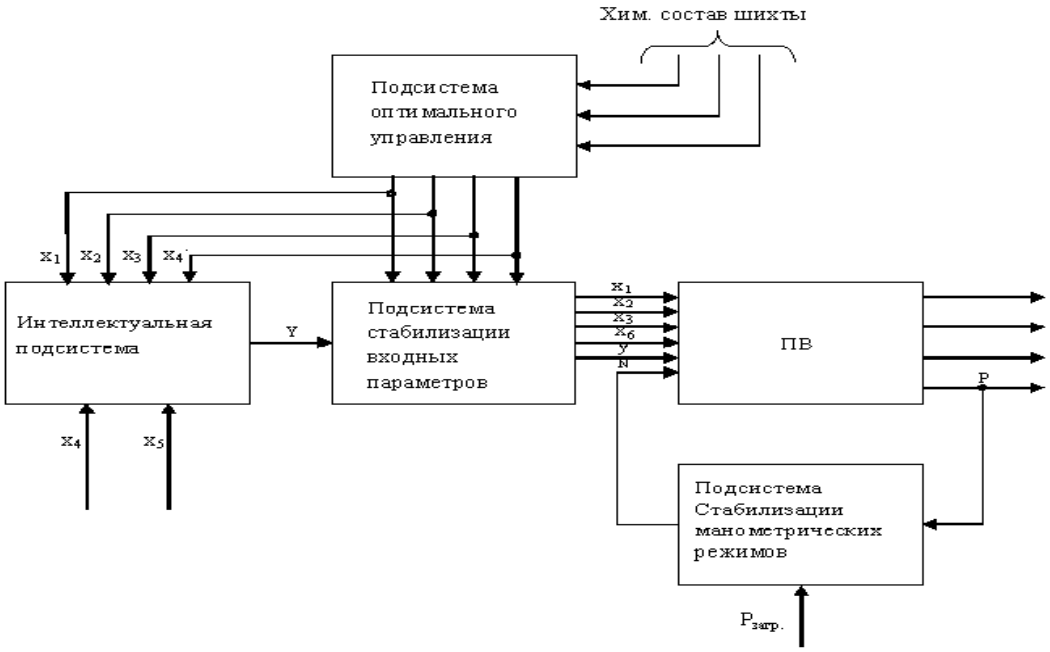


Рис. 2. Структура системы управления процессом плавки в ПВ

X_1 – скорость загрузки концентрата; $X_2 = X_6/X_1$ – соотношение «дутье-загрузка»;

X_3 – обогащение дутья кислородом; X_4 – влажность концентрата; X_5 – разность температур воды на входе и выходе; X_6 – расход дутья; Y – уточненная скорость загрузки концентрата; N – число оборотов газодувки; P – разряжение под сводом ПВ.

При этом подсистема оптимального управления на основе данных о химсоставе исходной шихты с помощью математической модели и одного из методов поиска экстремума некоторой целевой функции $F_ц$ рассчитывает оптимальные значения переменных $X_1^* – X_6^*$.

В приведенной структуре предполагается использовать интеллектуальную подсистему, которая на основе полученной от подсистемы оптимизации данных X_1, X_2 и X_3, а также входных переменных X_4 и X_5 рассчитывает уточненное значение скорости загрузки концентрата. Это связано с тем, что в случае, если классические методы построения математических моделей окажутся недостаточными для адекватного описания данного процесса необходимо задействовать современный математический аппарат теории нечетких множеств.

Разработка математического описания процесса плавки в ПВ. Различные методы математического описания технологических процессов широко применяются в металлургии для выбора оптимальных параметров их промышленного осуществления, прогноза ожидаемых технико-экономических показателей и оперативного управления процессом. При этом расчетные модели разрабатываются для конкретного металлургического аппарата, в конструкции которого учтены специфические особенности технологического процесса. Вместе с тем результаты модельных исследований позволяют вполне обоснованно оценить правильность принятых конструктивных решений и в случае необходимости внести соответствующие изменения.

В процессе Ванюкова высокие скорости окисления горючих компонентов исходных материалов и формирование металлсодержащей, шлаковой и газообразной фаз конечных составов обеспечиваются интенсивным барботажем шлаковой ванны с образованием развитых межфазных поверхностей: газ - жидкость, твердое - жидкость, жидкость -жидкость. Универсальность процесса Ванюкова дает основание рассматривать гидродинамическое моделирование ванны расплава в рабочем объеме печи как одно из направлений в совершенствовании существующих и создании новых технологий.

Разнообразная сырьевая база Балхашского медь завода обуславливает изменение состава перерабатываемого в ПВ сырья, что требует постоянной корректировки режимов ведения плавки, что весьма затруднительно без применения современных математических методов и моделей.

Разработке математической модели теплообмена в энергетическом комплексе для плавки в жидкой ванне посвящена работа [5]. Для расчета теплообмена в энергетическом комплексе созданы 2 зональные модели: модель надслоевого пространства печи ПВ и модель котла-утилизатора. Математическая модель включает системы уравнений теплового баланса и теплообмена в расчетных зонах и уравнение, связывающее элементы комплекса. Установлено, что самые высокие температуры в надслоевом пространстве наблюдаются в зонах, прилежащих к расплаву в центральной части печи под аптейком. В периферийных зонах температурное поле в области аптейка симметрично относительно его оси [6].

Математическая модель процесса в ПВ позволяет рассчитать потери меди с отвальным шлаком в зависимости от производительности, химических и физических свойств исходной шихты, расхода дутья, содержания в нем кислорода, поддержания манометрического режима и т.д., поэтому содержательная постановка задачи оптимизации может быть сформулирована следующим образом: «Для заданного состава шихты рассчитать такие значения расхода дутья, содержания в нем кислорода и расхода шихты, которые обеспечили бы минимальные потери меди с отвальным шлаком, при соблюдении технологических ограничений на: расход шихты, температуру в печи, расхода дутья, содержание кислорода в дутье».

Потери меди с отвальным шлаком определяются количеством штейновых капель, вместе со шлаком, где поток $Ф_{ШТ}^{(2)}$.

Постановка задачи оптимального управления в таком виде позволит, во-первых, управлять процессом оптимальным образом (минимизацией содержания меди в отвальном шлаке и во-вторых, вести процесс в устойчивом и безаварийном режиме посредством соблюдения технологических ограничений).

Наличие математической модели [5], выбранного метода поиска и заводских требований соблюдения технологических ограничений позволяют сформулировать математическую постановку задачу оптимизации в виде

$$F_ц = Ф_{ШТ\,р}^{(2)} \rightarrow \min, \quad (1)$$

При этом поток $Ф_{ШТ}^{(2)}$ определяется с помощью математических моделей [4-5], для заданных химических и физических свойств шихты. Однако выбранный алгоритма поиска экстремума симплексным методом не позволяет осуществлять поиск при наличии ограничений. Для использования этого метода необходимо преобразовать функцию цели (1) и ограничения (2) к виду

$$F_ц^* = F_ц + F_{штраф} \quad (2)$$

где $F_ц^*$ - новая (преобразованная) функция цели, $F_{штраф}$ - так называемая функция штрафа, величина которой зависит от нарушения технологических ограничений.

При этом штраф накладывается только в случае нарушения верхнего или нижнего ограничения, а его величина может быть рассчитана по следующим образом:

$$F_{штраф} = \sum_{i=1}^{3} \left(x_i - x_i^н\right) + \left(x_i^в - x_i\right) \quad (3)$$

Таким образом при нарушении ограничений функция штрафа будет возрастать тем больше, чем больше нарушено какой-либо ограничение. При необходимости можно выставить «веса» за нарушения какого-либо ограничения, в зависимости от его важности. Тогда функция штрафа будет выглядеть следующим образом:

$$F_{штраф} = \sum_{i=1}^{3} \alpha_i \left(x_i - x_i^н\right) + \alpha_i \left(x_i^в - x_i\right) \quad (4)$$

где α_i – «вес» i-й переменной, обозначающей «цену» штрафа за нарушение ограничений на эту переменную.

Таким образом, содержательная и математическая постановки задачи оптимального управления позволяют разработать алгоритм оптимального управления и соответствующее программное

обеспечение.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ванюков А.В., Быстров В.П., Васкевич А.Д. и др., под ред. А.В. Ванюкова.Плавка в жидкой ванне // Металлургия. –Москва, 1988.

[2] КожахметовС.М.Избранные труды. Исследования в области теории и технологии автогенных процессов. –Алматы, 2005.

[3] Сулейменов Б.А.Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами//Шикула. –Алматы,2009. - 320 с.

[4] Иванов В.А., Николаева Н.И., Ибраев А.Х., ШапировскийМ.Р.Математическая модель надфурменной зоны печи Ванюкова//Цветная металлургия. – Москва,1990, № 8, - с. 113-115.

[5] Скуратов А.П., Журавлев Ю.А., Григорьев О.М.Разработка математической модели теплообмена в энергетическом комплексе для плавки в жидкой ванне. Моделированиетеплофизическихпроцессов. – Красноярск, 1989. - 110-118 с.

[6] Nikolaev AN Bolshakov NY, Fetyulina IA Investigation of the effect of age on the efficacy of activated sludge biological defosfotatsii in the aeration tank - secondary settling tank. Water and Environment: Challenges and resheniya.- №2 / 2002.

Ибраев А.Х., Молдахметов Қ.Қ

Ванюков пешіндегі мыс балқыту үдерісін басқару жүйесін жетілдіру

Аңдатпа: Мыс концентрантын балқыту үдерісі ауыр және түсті металлургия саласындағы әлемдік жетістіктердің бірі болып табылады. Осы үдерістерді зерттеу ғылыми зерттеулерге математикалық модельдеу әдістерін қолдану арқылы өнеркәсіптік автоматтандыру құралдарын енгізу кезінде іске асырылады. Мақалада мыс концентрантын балқыту үдерісін тиімді басқару үшін математикалық модельдерге сипаттама берілді.

Түйінді сөздер: Ванюков пеші (үдеріс), сұйық ваннада балқыту, интеллектуалды басқару жүйелері, эксперттік жүйелер, нақтыланбаған алгоритмдері.

Ibraev A.K., Moldakhmetov K.K

Development of the process control system in a copper smelting furnace vanyukov

Abstract: The process of smelting of copper concentrates is one of the most susche-governmental international achievements in the field of metallurgy of heavy non-ferrous metals. The study of these processes carried out in the period of implementation in the production of industrial automation equipment with the use of mathematical modeling in scientific research. The article describes the mathematical models for the purposes of effective management of the processes of melting of copper concentrates.

Keywords: furnace (process) Vanyukov, melting in a liquid bath, intelligent control systems, expert systems, fuzzy algorithms

УДК 539.376.621

А.Б. Телешева, А.Т. Турдалиев, Е.В. Чумаков

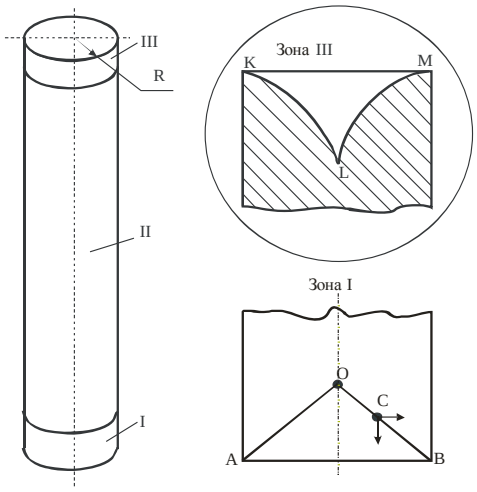
(Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті telesheva_a@kazntu.kz)

АЛЮМИНИЙ ҚОРТЫТПАЛАРЫН ҚҰЮ КЕЗІНДЕГІ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ӨРІС

Аңдатпа. Материалтанудың басты міндеті болып жоғары қасиеттер кешені бар жаңа перспективті материал алу және ашылмаған потенциалын қолдана отырып дәстүрлі материалдарды өндіруді жетілдіру болып табылады. Соңғы уақытта осы позициялар тұсынан үлкен қызығушылыққа АД маркалы деформацияланатын алюминий қорытпасы ие. Өзіндік құнының төмендігі, жоғары технологиялық илемділігі және беріктендіруші термоөңдеуге қабілеттілігі арқасында аталмыш қорытпа заманауи машинажасаудың барлық салаларында, соның ішінде атом энергетикасында және ғарыш техникада қолданылу мүмкіндігін айқындайды[1-3].

Кілттік сөздер: АД31 алюминий қорытпасы, кристалдану, түйін өлшемі, микроқұрылым, аққыштық шегі, уақытша кедергісі және илемділік қоры

Құйылған құймакесектер түріндегі дайындамалардың микроқұрылымының қалыптасуын айқындайтын - температуралық өріс және оның өзгеріс жылдамдығы. Сондықтан, температуралардың бөліну моделін радиал бағытта және кесек биіктігі бойынша жасау маңызды қолданбалы мән алып жатыр. Сондай температуралардың бөліну моделін жасамас бұрын құймакесектердің кейбір кристаллдану ерекшеліктерін құрастыру керек, 1 сурет.



1-сурет. АД31 алюминий қорытпасының кристалдану аймақтары

1-суретте үш шартты аймақ көрсетілген. Бірінші болып I аймақ кристалданады. AOB сызығын бетінде кристалданудың тепе-тең щарттары бар конус қимасы ретінде қабылдаймыз.

Мысалға, С нүктесінде құймакесектегі және цилиндрлік бет түбіндегі жылулық ағындар бірдей болады. Конустың ішіндегі кристаллдану жылдамдықпен өтеді, жылу ағыны түптің бағытытына қарай басым болып келеді. Конустың сыртында , яғни AOB жасаушысынан жоғары, жылулық ағын көбінесе цилиндрлік бетке бағытталған. Суу шарттары өзгеріп жатыр. II аймақтағы кристаллдану шарттары I аймақтағы кіші кристаллдану жылдамдықтарымен ерекшеленеді. бұл құймакесек биіктігі бойынша физико-механикалық қасиеттердің айырмашылықтарына алып келеді.

III аймақ құймакесектің кристалдануының аяқталуымен сипатталады. KLM сызғы кристалдану фронты болып табылады. Бұл сонымен бірге, шөгу ойығының беті болып табылады. Атмосфера – балқытпа аймағындағы кристаллдану шарттары I және II аймақтағы кристалдану шарттарынан айырмашылығымен ғана ерекшеленіп қоймай, сонымен бірге бөлім сызығына қарай, тұстасқан көлемі бойынша да ерекшеленеді.

KLM сызығынан жоғарыда сұйық фазалардың жоқтығы және бөлім сызығы бойынша температуралардың үлкен градиенттің болуы атмосфераға басымды жылулық ағындарды қалыптастырады.

Бұл жердегі ықтимал жағдай, бөлім беті бойынша ерітіндінің қатуы бетке тұстасқан аймақтан бұрын өтуі мүмкін.

III аймақ деп шартты ерекшеленген көлемде балқытпаның қатуы және сууы «орамада» өтеді. Бұл сонымен айырмашылықтармен ерекшеленетін құрылымдар пайда болуына себеп болады.

Тағы бір рет атап өтеміз, көрсеткен бөлу шартты болады және шекаралармен қатты ерекшеленбейді. Өзгерістер төмен жылдамадықпен өтеді, ал аумалы-төкпелі көлемдердің ені өндірісттің нақты шарттарына тәуелді болады.

I және II аймақтары II аймақпен салыстырғанда кішірек екенін атап өту керек. Өндірістертің нақты шарттарында, бұл аймақтарды механикалық әдіспен алып тастауға мүмкіндік бар.

Сондықтан II аймақ ең маңызды мәнге ие. Аймақтардың созылымдықтарының теориялық бағасын жасау мүмкін емес. Және олардың шекаралары көмескі. Мысалға, I аймақтағы AOB сызығына жоғары, жылулық ағынның өзгеріс біртіндеп түптерге тарапқа қарай біртіндеп өтеді. Бұл процесс бірқатар параметрлерге тәуелді: балқытпаның аса қызып кету дәрежесінен бастап, суыту сұйықтығының температурасына дейін, құймакесектің жылдамдығына дейін тәуелді. бұл барлық факторлар температуралық өріс үлгісін жасауда нақтылы қиындықтар туғызады. Сондықтан келесі жорамал істеп жасалынған еді.

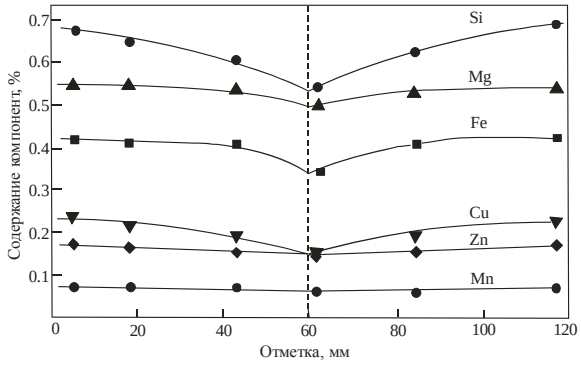
Жоғарыда атап өткендей, болып табылады және KLM сызығымен (бөлімнің беті) шектелген шөгу раковинасының беті кристалдану фронты және температуралардың бөлуінуін көрсетеді.

Химиялық элементтердің радиал бағытта таралуын көрсететін 3 – 8 суреттер сондай жорамалдардың дәлелдемесі болып табылады. Бөлім бетін зерттеу үшін шөгу қуыстарының «көшірмесі» істелінді. Сондай нақты үлгі бойынша кристалдану фронт есептелінді. 2-суретте «көшірме» көрсетілген.

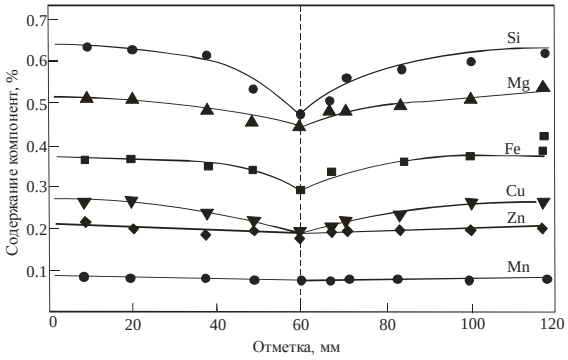


2-сурет. «Көшірме» фотосуреті

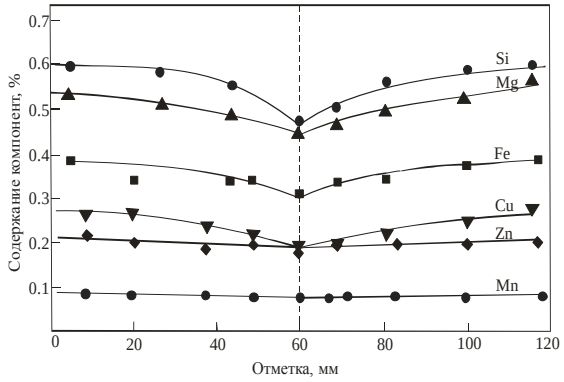
Есеп нәтижелері орташаланды және олар бойынша жасаушы беттер салынды. Бұдан әрі шек температуралары анықталды. Осы жағдайда құймакесектің цилиндрлік бетіндегі температура кристаллизаторға берілетін судың температурасына тең, яғни 25^0 С деп қабылданды. Құймакесектің орталығындағы температура балқытпаның температурасына тең, яғни 750^0С деп қабылданды. Қорыта келе, кесектің радиал бағыты бойынша температуралардың таралу сызығы алынған еді. Ол 9 суретте көрсетілген.



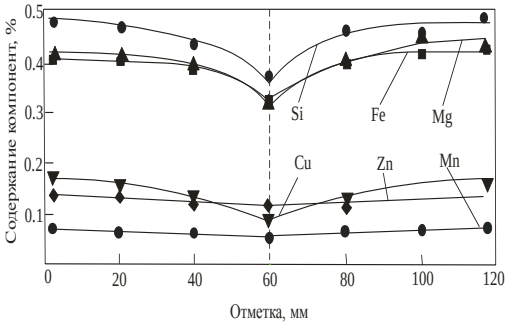
3-сурет. Қорытпаның құймакесек тереңдігі бойынша химиялық құрамы (құймакесектің төменгі аймағы, балқыма 1)



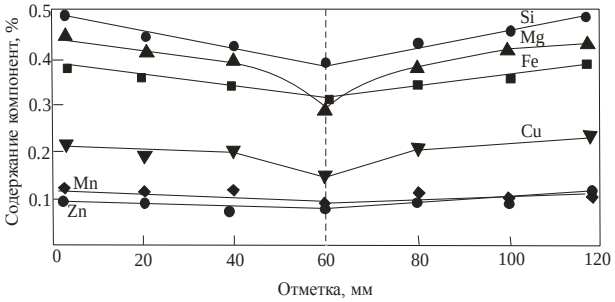
4-сурет. Қорытпаның құймакесек тереңдігі бойынша химиялық құрамы (құймакесектің ортаңғы аймағы, балқыма 1)



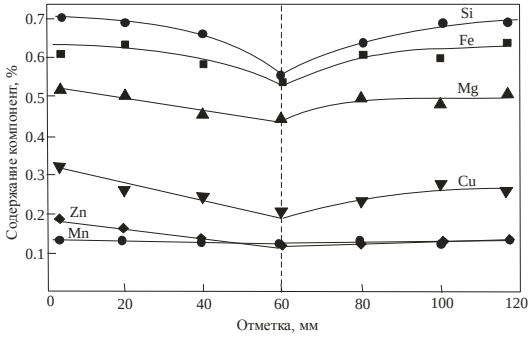
5-сурет. Қорытпаның құймакесек тереңдігі бойынша химиялық құрамы (құймакесектің төменгі аймағы, балқыма 1)



6-сурет. Қорытпаның құймакесек тереңдігі бойынша химиялық құрамы (құймакесектің төменгі аймағы, балқыма 2)

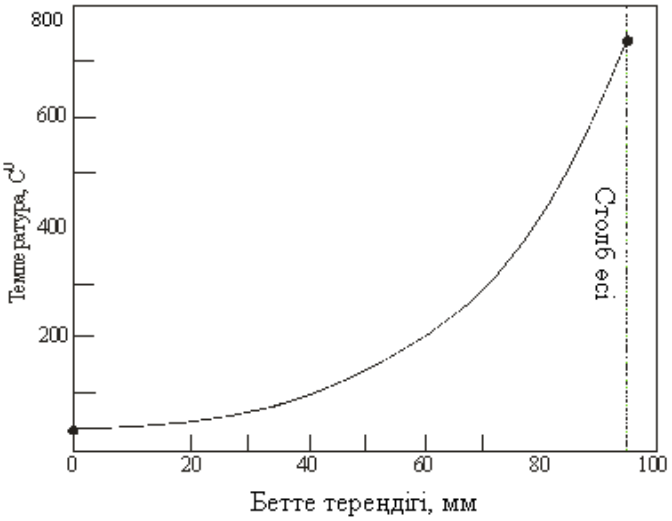


7-сурет. Қорытпаның құймакесек тереңдігі бойынша химиялық құрамы (құймакесектің жоғарғы аймағы, балқыма 2)



8-сурет. Қорытпаның құймакесек сыну бетіндегі химиялық құрамы (балқыма 3)

Қарапайым координаталарда график сызықтық емес, екінші реттік қисық формасын иеленген. Жоғарыда атап өтілгендей, екі немесе лдан да көп айнымалының тәуелділіктерін график түрінде көрсеткенде, тура сызықты графиктерді алуға ұмтыламыз. Бұл 9-суретте көрсетілген.



9-сурет. Диаметрі 190 мм АД31алюминий қорытпасының құймакесегін үздіксіз құю кезіндегі, радиус бойынша температураның таралуы(график қарапйым координаттарда тұрғызылған)

Жасалған эксперименттік жұмыс келесідей қорытынды жасауға мүмкіндік береді:

Өндіріс шарттарында ақауы бар өнімді болдырмас үшін, және соның себептерін айқындау үшін, немесе сапалы өнім шығару технологиясын таңдау және түзету үшін эксперимент нәтижелері маңызды. Кешенді эксперименталді зерттеулердің нәтижелерін талдау өндірісті жетілдіру жолдарын таңдауға негіз болады.

1. Қысқа мерзімді механикалық қасиеттерді, химиялық құрамын, түйін өлшемі шамаларын зерттеу нәтижелері бойынша балқыманың құрылымы радиал бағытта біртекті емес екендігі анықталды. Негізде қойылған, не кесек өс бойынша эксперименталді осы с. Бұл маңызды, себебі, АД31 алюминий қорытпасының аққыштық шегі, уақытша кедергісі және илемділік қоры балқымадағы темір және кремний мөлшеріне тәуелді екендігі анықталған.

2. АД31 алюминий қорытпасында кристаллизациядан кейін ескіру процессі өтетіндігі көрсетілген, бұл кезде аққыштық шегі, уақытша кедергісі өсе түссе, ал илемділік қоры азаяды. Процесс ұзақ уақытқа созылады, бірақ кристаллизациядан кейінгі 40 сағатта өте қарқынды өтеді. Ескірудің жалпы ұзақтығы 6–7 тәулікті құрайды.

3. АД31 алюминий қорытпасында деформациялық беріктену орын алады, және ол механикалық қасиеттердің өзгеруіне алып келеді.

4. Кристалданатын дайындамадағы температуралар таралуы экспоненциалды типтегі теңдеуге бағынатыны анықталды.

5. Термиялық өңдей режимдерінің АД31 алюминий қорытпасының физика-механикалық қасиеттеріне әсерәнің заңдылығы анықталды.

ӘДЕБИЕТ

[1] Алюминиевые сплавы. Применение алюминиевых сплавов. Справочное руководство. Редакционная коллегия И.В. Горынин и др. М.: Металлургия, 1978. - 381 с.

[2] Алюминий. Свойства и физическое металловедение. Справочник.изд.Пер. с англ./ Под ред. Хэтча Дж.Е.- М.: Металлургия, 1989. - 422 с.

[3] Фридляндер И.Н. Алюминиевые деформируемые конструкционные сплавы. М.: Металлургия, 1979. - 208 с.

Телешева А.Б., Турдалиев А.Т., Чумаков Е.В.

Температурное поле при разливке слитков алюминиевого сплава АД31

Резюме. Практическая значимость работы определяется возможностью использования ее результатов для изготовления продукции различного назначения

Ключевые слова: алюминиевый сплав АД31, кристаллизация, величина зерна, микроструктура, предел текучести, временное сопротивление, запас пластичности

Telesheva A.B., Turdalyev A.T., Chumakov E.V.

The temperature field in the casting of ingots of aluminum alloy AD31

Summary. In theoretical aspect the received results are important that ideas of deformation influence

Key words: Aluminum alloy AD31 , crystallization, grain size, microstructure, yield strength, tensile strength, ductility reserve

УДК 661.68

Н.С. Токмолдин, Б. С. Рахимбаев, К.С. Жолдыбаев, К.П. Аймаганбетов
(Физико-технический институт, Алматы, Республика Казахстан, gaisin_90@mail.ru)

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ОЧИСТКИ КРЕМНИЯ ДЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Аннотация. Кремний «солнечного качества» (SoG-Si) становится коммерческим продуктом с быстро растущим рынком и увеличивающимся количеством промышленных производителей. Беспримесный SoG-Si, полученный способом химической очистки, в настоящий момент времени является главным источником SoG-Si. Но его недостатки – высокие инвестиционные и эксплуатационные затраты, а также затраты на охрану окружающей среды – ставят под сомнение целесообразность строительства нового завода по рафинированию кремния именно с применением химического метода. По этой причине металлургические способы очистки кремния представляют большой интерес, что подтверждается развитием данных технологий и их внедрением в промышленном масштабе.

Ключевые слова: кремний, кремний «солнечного» качества, металлургический кремний, диоксид кремния, вертикально-интегрированный кластер.

Современные наиболее используемые источники электроэнергии это гидро-, тепло- и атомные электростанции. Дефицит энергии и ограниченность топливных ресурсов с всё нарастающей остротой показывают неизбежность перехода к нетрадиционным, альтернативным источникам энергии. Они экологичны, возобновляемы, основой их служит энергия Солнца и Земли. К тому же возобновляемые энергоресурсы распределены относительно равномерно, поэтому лидерство в их использовании, скорее всего, завоюют страны с квалифицированной рабочей силой, восприимчивой к нововведениям, эффективным финансовым структурам и стратегическим предвидением.

Ошеломляющий рост солнечной энергетики в последнее десятилетие обусловил значительное расширение производства поликристаллического кремния во многих странах. При этом в самом производстве кремния происходят заметные структурные и качественные изменения, которые тесно связаны с потребностями производителей солнечных модулей [1].

Со стремительным развитием технологии солнечной энергетики эффективность фотоэлектрического преобразования энергии быстро растёт. Так, с 1954 г. по настоящее время лабораторные материалы были улучшены с 3% до 19% (р-типа с одним узлом поликремния). Эффективность преобразования р-типа двойного перехода кремния солнечного элемента была достигнута в 23%.

Полупроводниковый кремний был и остаётся на обозримую перспективу основным материалом наземной фотоэнергетики. Это связано с существующими технологиями получения больших объёмов кремния, что является первостепенным для данного типа фотоэнергетики. Заметим, что если установленная мощность производств изделий фотоэнергетики в настоящее время составляет ~ 40 GW, то к 2020г. она должна превысить 100 GW. Однако, реально установленные мощности фотоэнергетики, как правило, значительно превышают запланированные. Поэтому технологические процессы получения кремния для изготовления солнечных элементов в настоящее время интенсивно изучаются в ряде известных мировых центров [2].

В свободном виде кремний не встречается в природе, обнаружить его можно только в виде диоксида кремния, называемого кремнеземом, или в виде силикатов. Наиболее распространенным способом получения металлургического кремния (MG-Si) является восстановление кварцитов углеродом (карботермический процесс) в дуговой печи с погруженным в нее электродами.

Получаемый таким образом металлургический кремний содержит 98–99% Si, 1-2% примесей, состоящих из углерода, переходных металлов, бора и фосфора.

Поэтапно очищая металлургический кремний получают кремний «солнечного» качества («Solar Grade Silicon» – SoG Si), пригодный для изготовления СЭ. Сумма энергетически активных примесей в SoG Si должна быть в пределах 10^{-5}-10^{-3} ат. % или 0,1-10 ppm. Нежелательными примесями с точки зрения влияния на эффективность фотоэлементов (ФЭ) являются металлические примеси. Такие выводы сделаны на основе детального анализа, проведенного в 1980 г. Дэвисом [3-5]. Дальнейшие исследования подтвердили, что наиболее вредными являются атомы Al, Fe и Ti. К примеру, превышение предельного значения примесей Ti или Al снижает эффективность ФЭ как минимум на 25%. Также для прогноза деградации ФЭ необходимо проводить измерения содержания кислорода. Очищенный кремний солнечного качества, как правило, должен иметь чистоту 99,9999 % (6 N).

Ниже показаны основные технологии производства этого материала, получившего название «солнечный» кремний (SoG Si - solar grade silicon), поскольку используется для изготовления солнечных элементов. Отметим, что Сименс процесс и технология Элкем, положили начало химическим (трихлорсилановым, Сименс-Вакер**)** и физическим (оксидно-шлаковым, Элкем) методам очистки металлургического кремния (MG Si) до SoG Si.

В настоящее время основная часть (около 90%) производства кремния солнечного качества осуществляется по технологии, разработанной в 50-х годах в концерне Сименс. Следует отметить, что эта технология постоянно модифицируется компанией Вакер, которая является дочерней компанией Сименс и основным производителем UMG и SoG [6]. Технология Сименс-Вакер (Siemens-Waker) – процесса состоит в образовании трихлосилана (ТХС) и тетрахлорида кремния (ТХК) путём гидрохлорирования МК с последующим водородным восстановлением и рециркуляцией продуктов процесса. В современном процессе синтез ТХС проводят в реакторе «кипящего слоя «fluidized bed reactor». Процесс его синтеза одновременно сопровождается реакциями образования ТХК и других хлорсиланов, а также галогенидов металлов, например, $AlCl_3$, BCl_3, $FeCl_3$ и т. д. Реакции получения хлорсиланов кремния является обратимыми и экзотермическими. Получаемый ТХС очищается от примесей методами дистилляции. Восстановление очищенного ТХС и осаждение поликристаллического кремния проводят в атмосфере высокочистого водорода на поверхности разогретых кремниевых стержней в Сименс-реакторах. Последним достижением разработчиков этой технологии является использование на заключительной стадии реакторов «свободного» падения, в которых создаются условия для образования и выпадения в осадок кремниевых атомных кластеров.

Производство на основе трихлорсиланового газа подразумевает большое энергопотребление – более 60 кВт·ч на 1 кг кремния, негативно влияет на состояние окружающей среды и может вызвать сложность согласования с природоохранными органами Республики Казахстан, что может стать серьезным препятствием по уровню загрязнения окружающей среды. Аварии на заводах с использованием таких химических продуктов как трихлорсилан могут приводить к локальным экологическим бедствиям.

Таким образом, очистка кремния до «солнечного» качества методом Сименс процесса не желательна, так как производство солнечного кремня химическими методами имеет высокую себестоимость и основано на токсичном и экологически опасном использовании трихлорсиланового газа.

Были разработаны модификации химического процесса, например, использование реактора кипящего слоя (FBR). Поверхность осаждения кремния в FBR относительно высокая, а, следовательно, высока и производительность оборудования. Другим достоинством реактора

кипящего слоя является непрерывный режим работы. Кроме прочего, выгружаемый из реактора кипящего слоя продукт не требует измельчения [7].

Помимо высоких затрат энергии основной проблемой химических методов является получение хлорсиланов и химическая реакция с соляной кислотой. Данные компоненты токсичны и коррозионноактивны. Кроме того, процесс требует строгого соблюдения мер по безопасности из-за присутствия взрывоопасных газов. Строительство новых заводов с применением химического метода рафинирования кремния требует высоких капитальных затрат.

В связи с указанными выше недостатками химических методов интенсивно ведутся поиски и разработки технологий получения кремния, которые позволили бы исключить стадию хлорсилановой очистки по Siemens-процессу.

Технология очистки SCHMID (Германия) также основана на химическом методе с использованием моносилана, что тоже является неприемлемым по уровню загрязнения окружающей среды. Аварии на заводах с использованием таких химических продуктов как трихлорсилан и моносилан могут приводить к локальным экологическим бедствиям.

Компания GT Advanced Technologies (США), является производителем оборудования для рынка поликремния фотовольтаической промышленности. В качестве технологии использует Siemens-процесс осаждения в CVD реакторах и гидрирования трихлорсилана, с целью работы в экологически замкнутом цикле.

Компания ReneSola основана в 2005 году и на сегодняшний день является одним из ведущих производителей высокоэффективных солнечных фотоэлектрических пластин и модулей. Производство охватывает следующие фотовольтаические цепочки – очистка металлургического кремния до кремня солнечного качества, производство слитков, как мультикристаллических, полученных методом направленной кристаллизации так и монокристаллических, выращенных по методу Чохральского; производство пластин, ячеек и модулей. Производственные мощности 6000МТ кремния солнечного качества в год. В технологии очистки кремния Компания ReneSola использует энергоемкую технологию, основанную на Сименс процессе. Плюсом кремния солнечного качества от ReneSola является его чистота, превышающая чистоту кремния солнечного качества, полученного при использовании металлургических методов очистки.

Компания Elkem в начале 2000 гг. разработала технологию производства «солнечного» кремния оксидными и шлаковыми методами. Эти методы непрерывно совершенствуются и потребляют ~ на 75% меньше электроэнергии по сравнению с химическими методами производства кремния (Сименс-Вакер) и имеют экологические преимущества, т.е. оказывают гораздо меньшее влияние на окружающую среду.

При переходе материалов из жидкого состояния в твёрдое происходит уменьшение содержания примесей, которое зависит от коэффициента сегрегации. Значения этого коэффициента определяются как соотношение равновесной концентрации примесей в твёрдом и жидком состоянии вещества. Физический смысл процессов сегрегации (кристаллизации) заключается в том, что концентрация примесей, растворённых в жидком состоянии вещества больше, чем в твёрдом. Поэтому, например, в кремнии, значения этого коэффициента для всех элементов меньше единицы, за исключением кислорода. Ясно, что в процессе кристаллизации труднее удаляются примеси с высоким коэффициентом сегрегации. Этот процесс носит название сегрегационной очистки материалов. Наиболее трудно удаляемыми примесями при сегрегационной очистке кремния являются бор и фосфор, для которых величина этого коэффициента составляет 0.8 и 0.35, соответственно. Поэтому содержание этих примесей в исходных веществах карботермического процесса должно быть, как можно меньше. При реализации процесса Elkem получаемый на карботермических печах MG очищается до (2-4) ppmw по содержанию бора, до 10 ppmw по содержанию фосфора и до 20 ppmw по суммарному содержанию металлов, углерода и кислорода, т. е. до качества, соответствующего очищенному MG Si, или UMG, как принято в международной классификации. Содержание этих примесей контролируется длительностью процесса. Энергопотребление процесса составляет 10-20 кВт·ч/кг, что соответствует расчётной стоимости < 20 долл. США/кг [10].

В своей разработанной технологии компания Green Silicon использует только физические методы очистки, без кислотного выщелачивания, какой-любой щелочи, хлорсилана и других вредоносных веществ, включенных процесс. Для получения MG Si используется электродуговая печь с разработанным компанией дополнительным оборудованием, которое позволяет получать технический кремний чистоты 4N с низким содержанием углерода, бора и фосфора, что является

важным при производстве солнечных батарей. Дальнейшая очистка MG Si до SoG происходит по следующей схеме: кремний в твердом виде закладывают в специально разработанный и индустриально протестированный тигель, загружают в печь, где происходит его расплавление, позже при нагнетании вакуума образуется магнитное поле, посредством которого и происходит очистка кремния до качества 6N. Общее потребление энергии для восстановления кварца до SoG составляет меньше чем 40 кВт/кг. SoG кремний, произведенный компанией Green Silicon может непосредственно использоваться для отливки слитка без примесей, т.е. без сплавов бора или фосфора. Параметры солнечного кремния, получаемого по данной технологии, соответствуют общепринятым стандартам. Также одним из важнейших достоинств этой технологии является низкая себестоимость конечного продукта.

С целью снижения себестоимости кремния был предложен упрощенный двухстадийный метод производства кремния солнечного качества из чистых исходных материалов – углеродной сажи высокой чистоты, получаемой из природного газа, а также измельченного кремнезема с содержанием оксида кремния 99,5% [9,10], так называемый Solsilc процесс. Требования по чистоте исходных материалов, а также к электродам являются основным негативным фактором, сдерживающим распространение данного метода. Кроме того, качество полученного данным методом в полупромышленных условиях кремния не соответствовало действующим стандартам. Основные стадии процесса – это гранулирование исходных материалов, получение карбида кремния в восстановительной печи, обработка расплава в печи-миксере с целью осаждения карбида кремния из расплава, перемешивание расплава с целью выделения из него шлаковой и оксидной фаз, фильтрация расплава, направленная кристаллизация кремния, очистка и разрезание отливок кремния [11].

В Photosil процессе (Франция) для производства металлургического кремния в электропечах применяется сырье повышенной чистоты, чтобы не допустить накопления примесей определенных элементов, которые трудно удаляются на последующих стадиях переработки (прежде всего фосфора и бора). После плавки кремний подается на первую стадию кристаллизации с целью удаления фосфора и прочих примесей.

Полученный таким методом кремний, так называемый Upgrated metallurgical silicon 1 (UMG-1) является исходным материалом для процесса Photosil. Кремний вначале расплавляют в индукционной печи, и затем подают на вторую стадию кристаллизации в специально разработанном аппарате, где получают так называемый Upgrated metallurgical silicon 2 (UMG-2).

Часть кремния, застывающая в последнюю очередь, содержит повышенные концентрации примесей, удаляется, а UMG-2 подвергается дальнейшей обработке. Обработка включает в себя стадии очистки плазмой с электромагнитным перемешиванием. При этом из расплава кремния удаляются примеси, такие как B, C, Al и Ca, которые трудно удаляются во время предыдущих стадий обработки. Бор удаляется в форме гидрид-оксида бора за счет присутствия в плазме O_2 и H_2. Углерод также удаляется в газовую фазу, в виде CO во время заключительной стадии обработки, при которой образуется SiO, газообразное соединение при температурах процесса. Ключевой момент обработки плазмой расплава кремния – удаление бора. При этом время обработки зависит от концентрации кислорода в плазме.

Слишком высокая концентрация кислорода приводит к образованию пленки оксида кремния, которая в значительной степени замедляет массообмен между жидкой и газообразной фазами и как следствие, процесс очистки кремния. Удаление фосфора в газовую фазу – более сложный процесс.

Наиболее стабильное газообразное соединение фосфора при температурах плавления кремния – P_2. Однако образование данного соединения при его низких концентрациях в расплаве кремния является чрезвычайно медленным процессом, поэтому наиболее эффективным считается удаление фосфора на стадиях направленной кристаллизации.

После плазменной обработки расплав кремния кристаллизуется в тигле либо в ящике. Кристаллизаторы автоматически с помощью специального оборудования транспортируются в атмосфере аргона либо к охладительной установке, либо в кристаллизационную печь. Таким образом, производятся либо твердый очищенный полупродукт кремния, либо слитки поликристаллического кремния. Направленная кристаллизация проводится в специально разработанном тигле с анизотропными термическими свойствами.

Компания CaliSolar была создана в 2006 году и позиционировала себя как производитель солнечного кремния и солнечных ячеек, со штаб-квартирой и производством в Канаде и НИР центром в Германии. На данный момент построен завод Silicor Materials по производству кремния

солнечного качества в Исландии. Преимуществом Исландии для расположения такого завода является изобилие дешевой, практически 100% зеленой электроэнергии, вырабатываемой гидроэлектростанциями и геотермальными установками по всей стране.

Особый интерес представляет разработка и внедрение новых энергосберегающих и технологически простых процессов получения высокочистого кремния. Анализ литературных данных показывает, что получение кремния методами прямого восстановления кремнийсодержащего соединения – перспективная технология, но до сих пор не нашла широкого применения в промышленности. Известны процессы, позволяющие получать кремний прямым восстановлением кремнезема металлотермическим или карботермическим методами, тем не менее, высокое содержание примесей в исходных реагентах не позволяет получать кремний заданной чистоты, в настоящее время по данным технологиям получают только технический кремний.

Для применения в производстве солнечных модулей оксиды должны быть преобразованы в элементный кремний с низким содержанием примесей. Существует три градации кремния, каждая из которых отражает разные уровни содержания примесей. Существует обратно пропорциональная зависимость стоимости кремния относительно содержания в нем примесей. Так кремний с высоким содержанием примесей отличается низкой стоимостью (2,5 $/кг), в то время как цена высокочистого кремния на мировом рынке довольно высока (150 $/кг).

Одним из перспективных подходов к получению металлургического кремния является алюминотермическая технология. Исходными материалами в ней являются силикатный шлак и технический алюминий чистоты 99,5%. В качестве силикатного шлака могут использоваться отходы фосфорного производства. Основной реакцией в данной технологии является:

$$3SiO_2+4Al=3Si+2Al_2O_3$$

Новизна и отличительная особенность предлагаемого технического решения состоит в том, что благодаря подбору состава шлака в единой технологической операции одновременно объединяются два этапа: алюминотермическое восстановление кремния и рафинирование его активными силикатными шлаками, которые в традиционных технологиях являются раздельными, а также отличительной особенностью является получение кремния из кварцевых песков, отходов кремниевого и ферросплавного производства (микрокремнезем), кварцевой мелочи обогащения кварца. Этот процесс может обеспечить получение кремния солнечного качества с низкими затратами. Такой процесс до сих пор не разработан, несмотря на его актуальность, поскольку около 20-30% от себестоимости солнечных батарей составляет стоимость исходного кремния.

Кремний «солнечного качества» (SoG-Si) становится коммерческим продуктом с быстро растущим рынком и увеличивающимся количеством промышленных производителей. Беспримесный SoG-Si, полученный способом химической очистки, в настоящий момент времени является главным источником SoG-Si. Но его недостатки – высокие инвестиционные и эксплуатационные затраты, а также затраты на охрану окружающей среды – ставят под сомнение целесообразность строительства нового завода по рафинированию кремния именно с применением химического метода. По этой причине металлургические способы очистки кремния представляют большой интерес, что подтверждается развитием данных технологий и их внедрением в промышленном масштабе.

Наряду с широко используемыми технологиями, мы приводим технологию Физико-технического института г. Алматы, Казахстан, по получению и очистке кремния, которая обладает рядом преимуществ по сравнению со своими аналогами, включает меньшую экологическую нагрузку и соответствует требованиям промышленной безопасности и охраны труда.

На основе данной технологии возможно создание целостных вертикально-интегрированных солнечных фотоэлектрических кластеров, что позволит значительно снизить себестоимость готовой продукции в отрасли, позволив создать локальные точки экономического роста, независящие от воздействия внешних рыночных факторов. Очевидно, что в условиях нарастающих объемов углеводородного сырья на международных рынках, уменьшение себестоимости получения кремния солнечного качества, а также снижение экологической нагрузки данного процесса являются одними из наиболее важных аргументов в пользу последующего роста роли солнечной энергетики в мировом энергобалансе.

Таблица 1. **Сравнительный анализ технологий по очистке металлургического кремния до кремния «солнечного» качества**

Наимено-вание компании	Методы очистки	Себестоимость 1 кг. кремния,долл США.	Энергопотребление, кВт/кг	Качество кремния	CAPEX $/кг	Влияние на окружающую среду,	Примечание
SiTec (Германия)	трихлорсилановый	22,6	91	99,99999999	75	Существенное – требует специальных мер безопасности	Технология очистки, основанная на химическом методе с использованием моносилана и трихлорсилана, что является неприемлемым по уровню загрязнения окружающей среды. Аварии на заводах с использованием таких химических продуктов как трихлорсилани, моносилан могут приводить к локальным экологическим бедствиям.
SCHMID (Германия)	моносилановый	27,9	42	99,99999999	159,6	Существенное – требует специальных мер безопасности	
GTAT (США)	трихлорсилановый	24,2	46,6	99,99999999	90	Существенное – требует специальных мер безопасности	
Silicon Products (Германия)	трихлорсилановый	15,79	26	99,999999	76,1	Существенное – требует специальных мер безопасности	
ECM, CEA (Франция)	Плазменный	27,5	22	99,999999	102	Незначительное	Технология не представлена в промышленном масштабе
SEMCO/CPI Франция/ США	шлаковый	15,5	24	99,999999	80.1	Незначительное	Компания CPI предложила линию по очистке кремния металлургическими методами. Данная технология не предполагает использование вредных химических веществ. Очистка кремния производитсяпирои гидрометаллургическими переделами
Green Silicon (Китай)	Электрофорез	11.4	92,64	99,999999	18.16	Наименьшее,отсутствует использование кислот	Технология не представлена в промышленном масштабе.Продемонстрировано пилотное производство.

Совмещение инновационных технологий изготовления высокоэффективных солнечных элементов и модулей с конкурентоспособными технологиями получения кремния солнечного качества составляет основу для создания промышленного кластера в области кремниевой солнечной фотоэнергетики с полным вертикально-интегрированным производственным циклом, что позволит создать условия для дальнейшего снижения цен на конечную продукцию в целях повышения доли возобновляемых источников энергии в общемировом энергетическом балансе.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кремний для солнечной энергетики. – И.А. Елисеев, материалы совещания «Кремний» (Нижний Новгород, 6-9 июля 2010). – Нижний Новгород. С. 41-47.

[2] Яркин, В.Н. Кремний для солнечной энергетики: конкуренция технологий, влияние рынка, проблемы развития [Текст] / В.Н. Яркин, О.А. Кисарин, Ю.В. Реков, И.Ф. Червоный // Теория и праткика металлургии, 2010. - № 1-2 (74-75). - С. 114-126.

[3] Flynn H., Bradford T. Polysilicon: Supply, demand, et implications for the PV industry //Prome the us Institute for Sustainable Development. – 2006. – С. 1-42.

[4] Б.Н. Мукашев, А.А. Бетекбаев. «Полупроводниковая гелиоэнергетика состояние и перспективы развития элементной базы», Вестник НАН РК.-2011.- №. 1.- С.9-30.

[5] Saga T. Advances in crystalline silicon solar cell technology for industrial mass production //npg asia materials. – 2010. – Т. 2. – №. 3. – С. 96-102.

[6] Purification of silicon for photovoltaic applications. Ayes Delannoy, Journal of Crystal Growth 360, (2012), p. 61-67

[7] Processes for upgrading metallurgical grade silicon to solar grade silicon. J. Safarian, G. Tranell, M.Tangstad. Energy Procedia 20, 2012, pp. 88-97

[8] Elkem Solar siliconTM – staying relevant – innovation for the oversupplied market. Torgeir Ulset. Teknova Solar Energy Conference. 11.06.2013, Kristiansand

[9] FESIL Sunergy and the Solsilc process, Gemini Mini PV Conference, January 10th 2008, Lars Nygaard

[10] Metallurgical silicon from high purity sand critical issues and potential development, L. Parous, V. Domingos de Oliveira, The thirteenth international ferroalloys congress Efficient technologies in ferroalloy industry, pp. 1061-1068

[11] PHOTOSIL – simplified production of solar silicon from metallurgical silicon. R. Einhaus, J. Kraiem etc., Crystallisation 2006, PVSEC.

Токмолдин Н.С, Рахимбаев Б. С., Жолдыбаев К.С., Аймаганбетов К.П.

Күн энергетикасына қолданылатын кремниді алу және тазарту технологиясы

Түйіндеме. «Күндік сапалы» кремний (SOG-Si) қарқынды дамып келе жатқан нарықты және өнеркәсіптік өндірістерінің саны артып келе жатқан коммерциялық өнімге айналуда. Қазіргі кезде химиялық тазалау әдісімен алынған таза SOG-Si негізгі көзі болып табылады. Бірақ оның кемшіліктері – жоғары инвестициялық және эксплуатациялық шығындар, сондай-ақ қоршаған ортаны қорғау шығындары – бұл химиялық әдісін пайдалана отырып кремний өңдеу бойынша жаңа зауыт салу мүмкіндігін күмән келтіруде. Осы себепті, металлургиялық кремний тазарту әдістері, осы технологиялар дамуы мен олардың өнеркәсіптік ауқымда енгізілуі дәлел ретінде, үлкен қызығушылық білдіреді.

Кілт сөздер: кремнй, «күндік» сапалы кремний, металлургиялық кремний, кремний диоксиді, тік біріктірілген кластер.

Tokmoldin N.S., Rahimbayev B.S., Zholdybayev K.S., Aimaganbetov K.P.

Silicon production and purification technolohies for solar energy

Summary. Solar grade silicon (SoG-Si) becomes a more important commercial product with a rapidly growing market and with increasing number of manufacturers. Technology of silicon production due to chemical treatment is the main source of the pure SoG-Si. But this technology has some disadvantages like a high investment and operating costs as well as high environmental costs. So that disadvantages bring to a question the feasibility of building a new plant for silicon refining due to chemical treatment. For this reason, metallurgical ways of silicon purification are in great interest as confirmed by development of this technologies and their integration into large-scale production.

Key words: silicon, solar grade silicon, metallurgical silicon, silicon dioxide, vertically-integrated cluster.

УДК 541. 123

Е.С. Бугенов, Н.К. Жакатаева, Г.Т. Болсынбекова, Т. Багиярова, Л.О. Исенова
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, laurita-sinurita@mail.ru)

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ФОСФОРНЫХ ШЛАМОВ

Аннотация. Дана краткая характеристика фосфорных шламов, причины их образования и стабилизации, методы разрушения их структуры и получение чистого фосфора. Разработана новая технология переработки фосфорных шламов, предусматривающая предварительную отмывку шлама от илистых включений оборотной водой при температуре 50 – 60^{0}С в течение 3 – 5 мин при массовом отношении шлам: вода = 1:1. В результате такой отмывки шлам обогащается фосфором в 1,5 – 1,7 раза. Извлечение фосфора в обогащенный шлам 97–98%. Обогащенный фосфорный шлам подвергается деэмульсации композицией ПАВ ОП-10+К-4 при t=60^{0}С, интенсивном перемешивании 400 об/мин в течение 2 ч. Расход ПАВ от веса шлама 0,05%. При этих условиях чистый фосфор извлекается из шлама на 99%.

Ключевые слова: фосфорный шлам, фосфор, система, эмульсия, тонкодисперсная пыль, гидролиз, извлечение, деэмульсация, композиции ПАВ, деэмульгатор.

Целью данной работы является разработка технологии переработки фосфоросодержащего шлама с высоким выходом основного продукта.

Вопрос шламообразования при производстве фосфора остается одной из актуальнейших проблем фосфорной промышленности, сдерживающей освоение предприятиями проектных мощностей и дальнейшее развитие отрасли.

Образование фосфорного шлама ухудшает качество товарной продукции, снижает технико-экономические показатели предприятия и ухудшает экологическое состояние воздушного и водного бассейнов в районе размещения производств.

Фосфорные шламы – это сложные структурные системы, состоящие из эмульгированных фосфорных частичек (фосфорных эмульсий в воде), стабилизированных различного рода веществами органического и неорганического происхождения (тонкодисперсная активная пыль, полученная в процессе руднотермической переработки сырья за счет вторичных химических реакций, сажистый углерод, различного рода масла и смолы и продукты их пиролиза и т.д.).

Обычно богатые фосфорные шламы содержат 50-70 % P_4, 5-10% твердых частиц (МЧШ-минеральная часть шлама) и 20-30 % связанной воды. На долю фосфорных шламов приходится от 10 до 20% всего производимого фосфора.

Изучение поверхностных явлений на стадии получения фосфора восстановлением природных фосфоритов в электротермических печах с последующей конденсацией фосфора из газовой фазы позволило определить механизм образования и стабилизации фосфорных эмульсий и наметить пути снижения шламообразования [1].

Установлено, что наличие активной тонкодисперсной пыли возгонного характера и паров высококипящих органических веществ в печном газе является причиной образования и стабилизации фосфорных эмульсий.

Дисперсность частиц фосфора и природа стабилизатора определяют устойчивость фосфорных эмульсий. В свою очередь, дисперсность частиц фосфора определяется характером стабилизатора, его способностью блокировать поверхность частичек фосфора в начальный момент их конденсации, препятствуя укрупнению частичек.

Для успешного разрушения фосфорных эмульсий, т.е. для обеспечения полной коалесценции частичек фосфора при их столкновениях, обязательным условием является резкое снижение прочности защитных слоев. Это происходит под воздействием температуры и специальных ПАВ – реагентов-деэмульгаторов.

Известно, что наиболее активные реагенты деэмульгаторы находятся среди неионогенных ПАВ, у которых гидрофильная часть молекулы представляет цепь этиленгликолевых остатков ($-CH_2CH_2O$). Высокая деэмульгирующая способность неионогенных ПАВ связана с возможностью тонкого регулирования соотношения величин полярной и неполярной частей их молекул за счет изменения остатков этиленгликоля в гидрофильной цепи. Постепенное наращивание длины полигликолевой цепи вызывает медленное увеличение гидрофильности молекулы ПАВ и обеспечивает достижение оптимального соотношения величин полярной и неполярной частей, т.е. оптимального гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ) необходимого для максимальной деэмульгирующей способности вещества.

Разработаны и проверены в опытно-промышленных условиях различные способы извлечения фосфора из шламов [1], но они по тем или иным причинам чисто технического характера пока не внедрены в производство. В последнее время на Ново-Джамбульском фосфорном заводе (НДФЗ) для переработки богатых фосфорных шламов используют старый способ рециркуляции шламов, т.е. из богатых фосфорных шламов, содержащих 60-70% P_4, различными методами (кипячением, механической обработкой и т. д.) выделяют часть фосфора, которая слабо структурирована в шлам, а остальной шлам с содержанием фосфора около 40% P_4 опять возвращают в печь. Этот способ был отвергнут еще в начале 20 века, как экологически опасный и нерентабельный, так как вода, которая находится в шламе, попадая в печь, интенсивно окисляет фосфор, что ведет к значительным потерям последнего.

Чем беднее по содержанию фосфора шлам, тем богаче он минеральной частью (МЧШ), т.е. илом, тонкодисперсной суспензией и грязью различного происхождения. В основном к сравнительно бедным шламам относятся шламы из поддонов ванн конденсации. Такие шламы содержат 15-20% МЧШ и около 30% P_4, где основным фактором, мешающим коалесценции частичек фосфора в крупные капли и выделению их в отдельную фазу, являются частички тонкодисперсной суспензии.

Такие шламы можно переработать по двухстадийной схеме с предварительной промывкой шлама оборотной водой с последующим извлечением фосфора с помощью поверхностно-активных веществ-деэмульгаторов и их композиций.

Влияние на гидролиз фосфора предварительной отмывки шлама

Результаты опытов по отмывке грязного шлама оборотной водой с целью отделения шлама от ила, обогащения фосфором и дальнейшей переработки на гипофосфит натрия приводятся в таблице 1 (опыты проводились на заводских шламах НДФЗ из поддонов, приводятся средние результаты из 5 опытов на каждый вид шлама).

Таблица 1**. Результаты опытов по отмывке шламов из поддонов оборотной водой (исходный шлам содержал, %: P_4-28,3; МЧШ-37,2; H_2O-34,5).**

№ п/п	Масса исх. шлама, г	Масса обор. воды, г	Темпер. воды ^0C	Время отмывки, мин.	Масса шлама после отмывки, г	Содерж. P_4, %	Содерж МЧШ, %	Масса получ. обор. воды,г	Масса грязи, г	Переход фосфора в грязь, %	Переход фосфора в обогащенный шлам, %
1	500	400	50	5	308,8	44,5	7,8	533	153,8	2,9	97,1
2	500	400	50	3	325,3	42,0	8,0	527	155,6	2,85	97,15
3	500	400	30	5	332,0	41,3	8,3	528	156,6	3,1	96,9
4	500	500	50	3	299,2	46,3	7,1	531	153,3	2,1	97,9
5	500	500	50	5	290,7	47,7	7,0	530,5	152,2	2,0	98,0
6	500	500	30	3	314,6	43,4	8,5	529,8	154,6	3,5	96,5

Из таблицы 1 видно, что предварительная промывка фосфоросодержащего шлама водой, в частности оборотной водой цеха нейтрализации сточных вод, позволяет отмыть илистую часть шлама и отделить ее от более тяжелой фракции - фосфоросодержащей части шлама. При этом шлам освобождается от ила и обогащается фосфором в 1,5-1,7 раза (от 28 до 45% P_4). Извлечение фосфора в обогащенный отмытый шлам составляет 97-98 %.

Отмытые от ила фосфоросодержащие шламы можно эффективно подвергать деэмульсации неионогенными ПАВ, полиэлектролитами и их композициями и извлекать чистый фосфор или подвергать гидролизу в щелочной среде и получать чистый гипофосфит натрия. Данные по деэмульсации отмытых от ила шламов с помощью ПАВ приводятся в таблице 2.

Таблица 2. **Извлечение фосфора из обогащенных шламов после промывки с помощью композиций ПАВ (условия опыта: t =60 ^0C; n = 400 об./мин; τ= 120 мин.).**

№ п/п	Загружено отмытого шлама, г	Расход ПАВ от веса шлама, %	Содерж. фосфора в исх. шламе,%	Содерж. фосфора в отработ. шламе,%	Получено чистого фосфора, г	Извлечение фосфора, %
1	308,8	0,05	44,5	0,2	134,9	98,2
2	325,3	0,05	42,0	0,15	134,8	98,7
3	332,0	0,05	41,3	0,15	135,3	98,7
4	299,2	0,05	46,3	0,2	136,4	98,5
5	290,7	0,05	47,7	0,15	137,27	99,0
6	314,6	0,05	43,4	0,2	134,6	98,6

Ранее проведенными исследованиями установлено [1], что деэмульгирующая способность неионогенного ПАВ ОП-10 гораздо выше активности других ПАВ при концентрации ОП-10 в растворе $0{,}125 \cdot 10^{-3}$ %. Температуру деэмульсации фосфора в шламах следует поддерживать не ниже 60 ºС для снижения вязкости шлама. Фосфорные шламы с повышенной концентрацией минеральных частиц плохо разрушаются индивидуальными ПАВ (например ОП-10 или К-4). При обработке их композицией из указанных ПАВ (ОП-10+К-4) разрушение эмульсий идет с большей эффективностью. Это объясняется тем, что молекулы полиэлектролита К-4 «сшивают» гидрофильные участки дисперсных частиц и «втягивают» их из неводной фазы в водную. Происходит разрыхление и уменьшение толщины оболочки стабилизатора, и она легко разрушается даже при меньших расходах неионогенного деэмульгатора ОП-10.

Установлено, что на извлечение фосфора из шлама с помощью композиции ПАВ ОП-10+К-4 оказывает влияние массовое отношение шлам: вода, которое для оптимальной концентрации ОП-10, равное $1 \cdot 10^{-4}$ %, составляет 1,7. Увеличение этого отношения выше 1,7 ведет к увеличению вязкости шлама, а следовательно к уменьшению степени извлечения фосфора, а уменьшение этого отношения ниже 1,7 ведет к снижению активности ОП-10, что также снижает извлечение фосфора из шлама. Оптимальной концентрацией полиэлектролита К-4 является концентрация $7 \cdot 10^{-4}$ % [1]. Замена полиэлектролита К-4 на эквивалентное количество полиэлектролитов КО-3 и К-17 показывает идентичные результаты [1].

Опыты на представительных пробах шлама Ново-Джамбульского фосфорного завода показали следующие результаты (смотри таблицу 3).

Таблица 3. **Деэмульсация фосфора в фосфорных шламах композицией ПАВ.**

№ п/п	Содерж. фосфора в шламе, %	Расход 0,5% раств. К-4 от веса шлама, %	Расход 0,5% раств. ОП-10 от веса шлама, %	Время опыта, мин.	Содерж. фосфора в остатке шлама, %	Степень извлечен. фосфора, %	Примечание
1	66,5	0,05	0,01	40	0,83	99,5	Приводятся средние результаты из 5 опытов на каждый вид шлама
2	63,2	0,05	0,01	50	0,90	99,2	
3	58,0	0,05	0,01	60	0,87	99,3	
4	45,4	0,05	0,01	70	0,85	99,1	
5	43,0	0,05	0,01	70	0,80	99,2	
6	30,5	0,05	0,01	120	0,95	99,0	

Из представленных данных видно, что предварительно отмытые от грязи сравнительно бедные фосфорные шламы можно эффективно перерабатывать на товарный фосфор или его соединения с помощью композиции ПАВ (ОП-10+К-4, ОП-10+КО-3, ОП-10+К-17). В промышленных условиях это можно осуществить в гидроциклонах.

Грязный шлам из отстойника погружными насосами подается на гидроциклон. На всас насоса синхронно перекачке подается оборотная вода в соотношении 1: 1 по массе. В гидроциклоне происходит разделение шлама на отмытый шлам (тяжелая фракция) и грязную воду, где в основном собирается отмытая грязь, не содержащая фосфора. Тяжелая фракция поступает в емкость под гидроциклоном, а грязная вода направляется на станцию нейтрализации, где отстаивается по обычной схеме. Баланс по воде на заводе не нарушается, так как используется оборотная вода со станции нейтрализации. Оптимальными являются следующие условия ведения процесса: отношение шлам: оборотная вода по массе равно 1 : 1, температура воды 50-60 ºС, продолжительность промывки 3-5 минут (в промышленных условиях будет определяться производительностью гидроциклона). При этих условиях шлам отмывается от грязи и обогащается фосфором в 1,5-1,7 раза. Из такого шлама обработкой композицией ПАВ фосфор извлекается практически полностью в товарный продукт.

Полученные результаты по отмывке и деэмульсации фосфорных шламов можно эффективно использовать для разработки нового способа получения гипофосфита натрия гидролизом фосфорных шламов в щелочной среде.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бугенов Е.С., Джусипбеков У.Ж. Физико-химические основы производства из низкосортных фосфоритов. – Алматы, 2006, -384с.

Бугенов Е.С., Жакатаева Н.К, Болсынбекова Г.Т., Багиярова Т., Исенова Л.О.

Фосфор шламдарының қайта өндеуінің жаңа технологиясы

Түйіндеме. Мақалада қысқа фосфор шламдардың сипаттамасы, құрылуы және тұрақтылық себептері, олардың құрылымының бүлінуі және таза фосфор алу әдістері берілген. Алдын ала қалдықтар қоспаларын айналым суымен 50-60 ºС температурасында 3 - 5 минут уақыт аралығында "шлам: су" жаппай қатынасы 1:1 тен фосфор шламдарының қайта өндеуінің жаңа технологиясы әзірленді. Жуылу нәтижесінде шлам фосфорға 1,5 - 1,7 есеге байытылады. Фосфордың байытылған шламға шығаруы 97 - 98%. Байытылған фосфор шламы деэмульсацияланған бетке-активті заттардың ОП-10 + К-4 композиясымен 60 ºС температурада, интенсивті араластыруымен 400 айналым/мин 2 сағат ішінде тартылады. Беткі-активті заттардың шламының салмағынан шығыны 0,05% боп табылады. Осындай шарттарда таза фосфор шламынан 99% шығарылады.

Түйін сөздер: фосфор шламы, фосфор, жүйе, эмульсия, жоғары дисперсиялы шаң, гидролиз, шығаруы, деэмульсация, БАЗ композициялары, деэмульгатор.

Bugenov E.S., Zhakataeva N.K., Bolsynbekova G.T., Bagiyarova T., Isenova L.O.

The new technology of processing of phosphoric slimes.

Summary. In the article the short characteristic of phosphoric slimes, the reasons of their creation and stabilization, methods of destruction of their structure and receiving pure phosphorus is given. The new technology of processing of phosphoric slimes providing a preliminary washing of slime from oozy inclusions by circulating water at a temperature of 50 - 60 ºС within 3 - 5 min at the weight ration of slime: water = 1:1 is developed. As a result of such washing slime is enriched with phosphorus by 1,5-1,7 times. Extraction of phosphorus in the enriched slime of is 97 - 98%. The enriched phosphoric slime is exposed to a demulsification by composition OP - 10 + K - 4 surfactant at a temperature of 60 ºС, intensive kneading of 400 rpm during the 2 hours. An expense surfactant from the weight of slime is 0,05%. Under these conditions pure phosphorus is extracted from slime for 99%.

Key words: phosphoric slime, phosphorous, system, emulsion, fine dust, hydrolysis, extraction, demulsification, compositions of surfactant, demulsifier.

УДК 621. 1:669. 07. 01

И.Ю. Мотовилов[1], В.А. Луганов[1], Б. Мишра[2]

[1](Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан,

[2]Вустерский политехнический институт)

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКИ РАЗЛОЖЕННОГО В ВАКУУМЕ ПИРИТНОГО КОНЦЕНТРАТА

Аннотация. Изложены результаты изучения переработки пиритных концентратов комбинированным способом, включающим термическое разложение и выщелачивание огарка.

Установлено, что наиболее высокое извлечение железа достигается из огарков полученных при температуре разложения 973 К (Fe/S в огарке 0,92).

Изучено выщелачивание в растворах соляной кислоты, хлорного железа и смеси соляной кислоты с хлористым магнием. Наиболее целесообразно использовать соляную кислоту, применение которой обеспечивает высокое извлечение железа и простую ее регенерацию.

Процесс растворения огарков протекает в промежуточной области. Тормозящее влияние на процесс оказывает образование элементарной серы.

Наиболее высокое извлечение железа в раствор при одностадийном выщелачивании огарка достигается: при температуре 379 К, продолжительность более 60 минут, избыток растворителя 4 %, извлечение железа в раствор составляет 94 – 97 %.

Ключевые слова: пиритный концентрат, термическое разложение в вакууме, выщелачивание, соляная кислота, кинетика процесса.

Введение

В связи с истощением запасов полезных ископаемых в переработку вовлекается все большее количество техногенного сырья (отходы горно-металлургического производства) содержание в которых полезных ископаемых незначительно ниже, а в некоторых случаях даже выше, чем содержание их в добываемых рудах. Основным компонентом, слагающим техногенное сырье, как правило, являются соединения железа. Основную долю техногенного сырья составляют хвосты переработки сплошных полиметаллических колчеданных и железных руд, которые представлены сульфидами: железа (пириты, пирротины), цветных металлов и кварцем. Наиболее эффективно данный вид сырья может быть переработан комбинированными технологиями.

Вовлечение в комплексную переработку пиритсодержащего сырья является актуальной технологической задачей.

Комплексное использование пиритсодержащего сырья и материалов предполагает извлечение цветных металлов, железа, серы и регенерацию растворителя.

В качестве растворителей используются соляная кислота и соли хлорного железа т.к. их регенерация не представляет проблем [1]

Применение соляной кислоты в качестве растворителя предусматривается во многих технологиях, в частности, в работе [2] предложен процесс солянокислотного выщелачивания никель-кобальтовых штейнов с получением коллективных хлоридных растворов.

Пириты и пирротины являются устойчивыми соединениями и безавтоклавно соляной кислотой практически не выщелачиваются. Проведение процесса в автоклаве в окислительной атмосфере позволяет разлагать пирротины соляной кислотой, однако производительность и высокие энергетические затраты не позволяют применять процесс для крупнотоннажного производства.

Переработка пиритов и пирротинов возможна комбинированными технологиями с предварительным термическим разложением высших сульфидов и последующим кислотным выщелачиванием [3].

Целью работы является изучение процесса выщелачивания термически разложенного в вакууме пиритного концентрата (далее огарок), в зависимости от условий разложения.

Исходные материалы и методика проведения экспериментов

Для термического разложения в вакууме использовался флотационный пиритный концентрат Соколовского и Сарбайского месторождений следующего состава, %: сера – 51,2; железо – 45,0; медь – 0,086; цинк - 0,18; кобальт – 0,133; никель – 0,047; свинец – 0,13; кремния оксид – 2,40; алюминия оксид – 0,57; кальция оксид – 0,72; магния оксид – 0,43; мышьяк – 0,03.

Выщелачивание огарка проводилось в стеклянных колбах с обратным холодильником и мешалкой, помещенных в водяной термостат. Запаянная в ампуле навеска материала помещалась в колбу и заливалась раствором соляной кислоты. На растворение подавалась проба массой 10 г, выщелачивание проводилось 1,0 нормальным растворами соляной кислоты.

По достижении заданной температуры включалась в работу мешалка, и, после того, как разбивалась ампула с исследуемым материалом, отсчитывалось время. По ходу опыта отбирались из раствора пробы пульпы. По окончании опыта жидкая фаза отделялась от твердой и анализировалась на кислотность и на содержание железа.

Экспериментальная часть

Предварительно была изучена эффективность применения различных растворителей (хлорное железо, соляная кислота и соляная кислота в смеси с хлористым магнием) и зависимость степени извлечения в раствор железа от температуры и продолжительности термического разложения в вакууме (таблица 1).

Хлористый магний добавляли для повышения температуры кипения раствора, которая в условиях Алматы составила 381 К.

Растворение огарков протекает по реакции 1, 2 (соляная кислота и смесь соляной кислоты с хлористым магнием), 3(хлорное железо без учета образования нестехиометрических сульфидов железа):

$$Fe_{(1-x)}S + 2_{(y-x)}H^{+} = {}_{(y-x)}Fe^{2+} + {}_{(y-x)}H_2S + {}_{(1-y+x)}Fe_{(1-y)}/_{(1-y+x)}S \quad (1)$$

$$_{(1-y+x)}Fe_{(1-y)}/_{(1-y+x)}S + 2_{(y-x)}H^{+} = {}_{(1-y)}Fe^{2+} + {}_{(1-y)}H_2S + {}_{x}S \quad (2)$$

$$FeS + FeCl_3 = FeCl_2 + S^0 \quad (3)$$

Таблица 1. **Извлечение железа в раствор из ТРПК в зависимости от температуры разложения ($T_{выщ} = T_{кип}$, $\tau_{выщ} = 2$ ч, К = 1,5, $\tau_{разл} = 30$ мин)**

Температура разложения, К	573	673	723	773	823	873	973	1073	1173
Степень десульфуризации, %	0,0	0,3	0,9	4,1	32,6	39,8	46,4	47,8	49,0
Сера в огарке,%	51,2	51,05	50,74	49,10	42,1	39,2	36,3	36,0	35,5
Железо в огарке, %	45,0	45,1	45,2	46,1	54,2	56,5	58,6	59,8	60,5
(Fe/S) в огарке	0,50	0,50	0,50	0,52	0,74	0,82	0,92	0,95	0,98
Fe ат.% в $Fe_{1-x}S$	-	-	-	46,3	46,5	46,6	47,3	47,5	47,5
Растворитель – соляная кислота HCl									
Извлечение в раствор Fe, %	9,0	9,0	10,1	24,76	73,81	97,51	98,62	98,62	98,80
Растворитель – соляная кислота в смеси с хлористым магнием $HCl + MgCl_2$									
Извлечение в раствор Fe, %	9,0	9,0	11,2	18,1	44,29	99,4	99,48	99,4	99,5
Растворитель – хлорное железо $FeCl_3$									
Извлечение в раствор Fe, %	9,0	9,0	11,43	31,43	62,86	95,0	97,9	97,9	98,8

Как видно из данных табл.1 с увеличением температуры разложения содержание серы в огарке снижается, а содержание железа увеличивается, при выщелачивании увеличивается степень извлечения железа в раствор. По составу получаемые огарки представлены высокосернистыми пирротинами.

В работе [3] изучался механизм растворения гомогенизированных пирротинов (в соляной и серной кислоте) и выявлено, что растворение пирротина протекает с обеднением его по железу и обогащением его серой с образованием высокосернистых пирротинов пассивирующих переход железа в раствор (по реакции 1, 2).

Железо, начинает переходить в раствор, при проведении термического разложения, при температуре 773 К. Извлечение железа в раствор резко увеличивается с повышением температуры термического разложения концентрата. Повышение температуры разложения выше 973 К не дает существенного увеличения извлечения железа при выщелачивании и поэтому нецелесообразно. Повышение температуры выше 973 К при времени разложения 30 минут не приводит к значительному увеличению степени десульфуризации пирита, т.е. не извлеченные 1,18 % железа связаны в труднорастворимые пирротины.

Сравнение различных растворителей показывает, что наибольшее извлечение в раствор кобальта и железа достигается при применении в качестве растворителя смеси соляной кислоты и хлористого магния (обладает более высокой температурой кипения), а наименьшее – при применении раствора хлорного железа, что видимо связано с диффузионными сопротивлениями, возрастающими по мере развития процесса, идущего с образованием элементной серы (по реакции 3). Однако, разница в извлечении при применении различных растворителей незначительна, а извлечение в целом очень высокое.

В связи с этим можно считать, что наиболее приемлемым растворителем является соляная кислота, работа с которой возможна по наиболее простой схеме и позволяет комплексно использовать пиритные концентраты с получением железосодержащих продуктов.

В следующей серии опытов использовалась соляная кислота. Продолжительность термического разложения пиритного концентрата влияет на извлечение железа в раствор (таблица 2). Можно выщелочить практически все железо, подвергая пиритный концентрат термическому разложению при температуре 823 – 873 К. Однако при этом значительно увеличивается продолжительность процесса.

Таблица 2. **Влияние продолжительности разложения на извлечение железа в раствор при выщелачивании раствором соляной кислоты ($T_{выщ} = T_{кип}$, τ = 2 ч, К = 1,5)**

Продолжительность разложения, мин	15	30	45	60	90	120
Температура разложения 823 К						
Степень десульфуризации, %	-	32,6	-	41,0	-	47,3
Извлечение в раствор Fe, %	-	73,81	-	96,87	-	97,9
Температура разложения 873 К						
Степень десульфуризации, %	33,1	39,8	42,8	45,0	47,3	-
Извлечение в раствор Fe, %	72,63	97,51	97,58	97,9	98,1	-
Температура разложения 973 К						
Степень десульфуризации, %	30,95	46,4	48,2	-	-	-
Извлечение в раствор Fe, %	73,5	98,62	98,92	-	-	-

Продолжительность разложения пиритного концентрата влияет на извлечение железа в раствор. Практически все железо (97-98 %) можно выщелочить, проводя обжиг при температуре 823 – 873 К. Однако при низких температурах продолжительность процесса разложения увеличивается до 60 – 120 минут. При обжиге, при температуре 973 К за 30 – 45 мин можно получить огарок из которого выщелачиванием извлекается до 98,92 % железа.

Для определения лимитирующей стадии процесса выщелачивания были выполнены кинетические исследования (таблица 4). В качестве исходного материала был взят огарок полученный при температуре 973 К и продолжительности 30 минут следующего состава %: серы – 36,3, железа – 58,6. Кинетика процесса рассчитывалась по степени расхода соляной кислоты в зависимости от температуры процесса и времени выщелачивания.

Таблица 4. **Результаты выщелачивания термически разложенного в вакууме пиритного концентрата в 0,5 нормальной соляной кислоте**

Продолжительность выщелачивания, мин	5	10	15	20	25	30
Температура выщелачивания 313 К						
Степень расхода соляной кислоты	4,64	5,00	5,44	5,61	5,96	6,79
Температура выщелачивания 323 К						
Степень расхода соляной кислоты	6,57	9,14	9,5	10,5	10,71	11,43
Температура выщелачивания 333 К						
Степень расхода соляной кислоты	13,86	16,71	18,78	19,28	21,0	21,14
Температура выщелачивания 353 К						
Степень расхода соляной кислоты	31,31	39,91	41,43	44,72	45,06	47,68

В результате обработки полученных данных по топокинетическому уравнению Ерофеева – Колмагорова $\alpha = 1 - e^{-k\tau^n}$ в координатах lg[-ln(1-α)]-lgτ (рис 1) удовлетворительно укладываются в прямую линию, что указывает на топокинетический характер реакции.

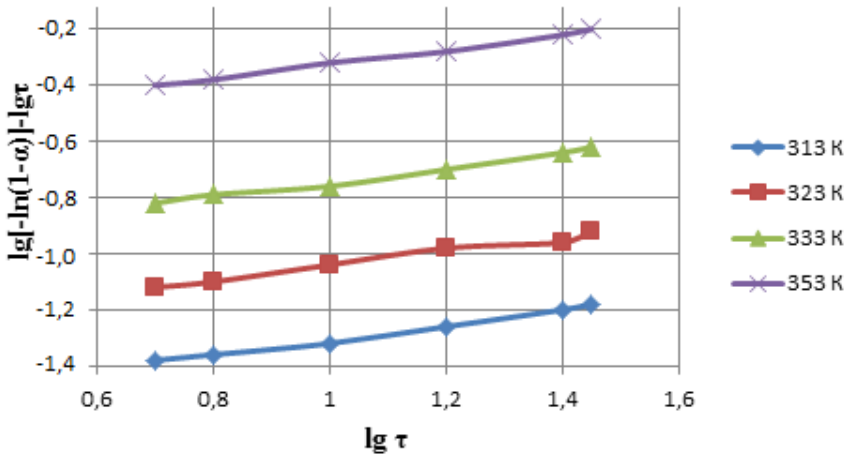


Рис. 1. Анализ экспериментальных данных по выщелачиванию термически разложенного в вакууме пиритного концентрата соляной кислотой по уравнению $\alpha = 1 - e^{-k\tau^n}$

Определенные графоаналитически константы скорости реакции оказались равными: K_{313} = 0,02661; K_{323} = 0,04898; K_{333} = 0,0955; K_{343} = 0,1698 K_{353} = 0,3125.

Зависимость lg K от 1/T рис. 2 представляет собой прямую, что указывает на подчинение реакции выщелачивания уравнению Аррениуса.

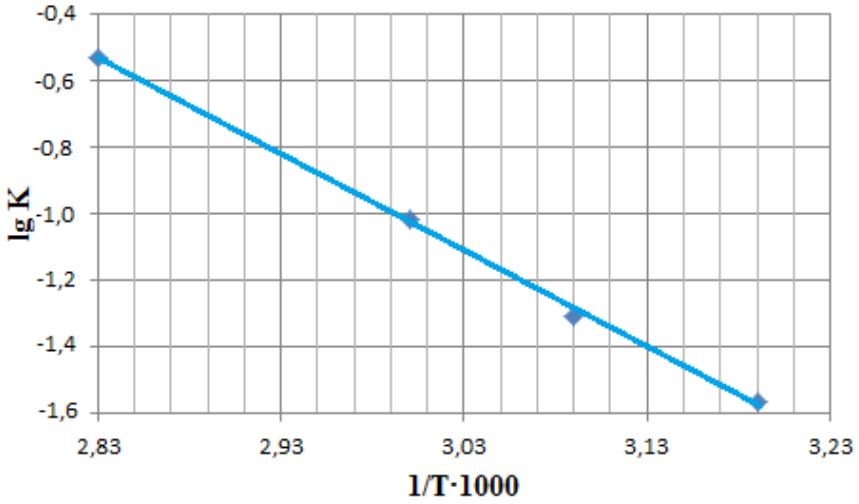


Рис. 2. Зависимость lg K реакции выщелачивания термически разложенного в вакууме пиритного концентрата соляной кислотой от обратной температуры

Согласно уравнению Аррениуса была определена кажущаяся энергия активации процесса выщелачивания термически разложенного пиритного концентрата равна E = 47,7 кДж/моль.

Температурные коэффициенты скорости реакции γ при 313-323, 323-333, 333-343 и 343-353 К соответственно равны: 1,84, 1,95, 1,79 и 1,84.

Вычисленные значения температурных коэффициентов скорости реакции указывают на то, что в пределах 313 – 353 К растворение термически разложенного пиритного концентрата в соляной кислоте протекает в промежуточной области. Это указывает на большое влияние температуры на скорость процесса растворения.

Проведены технологические исследования по выщелачиванию огарка при температуре 973 К в течение 30 минут. Использовалась концентрированная соляная кислота. Химический состав огарка (смотри ранее).

В первой серии опытов изучалось влияние количества растворителя на выщелачивание огарка. Продолжительность опытов 2 часа, температура раствора 379 К (таблица 5), выявлено, что при избытке растворителя свыше 4 % от теоретически необходимого количества происходит практически полное разложение концентрата. Таким образом, выщелачивание термически разложенного концентрата не требует больших избытков растворителя, тем более, если производить не периодическое одностадийное, а противоточное непрерывное выщелачивание.

Таблица 5. **Влияние расхода растворителя на результаты выщелачивания огарка**

Количество соляной кислоты равное стехиометрическому	0,52	0,65	0,74	0,82	0,91	1,04	1,09	1,35	1,52	1,95
Извлечение в раствор Fe, %	69,11	86,12	94,25	95,46	96,45	97,03	97,05	97,69	97,69	97,85

Во второй серии опытов изучалось влияние температуры на процесс выщелачивания. Количество растворителя 1,04 – кратное от теоретически необходимого, продолжительность выщелачивания 2 часа (таблица 6), выявлено, что термически разложенный концентрат разлагается сравнительно легко. Наиболее полное растворение компонентов концентрата достигается при температуре кипения растворов 379 К. В дальнейших опытах температуру выщелачивания принимали равной температуре кипения 379 К.

Таблица 6. **Влияние температуры на результаты выщелачивания ТРПК**

Температура выщелачивания, К	293	313	333	343	353	363	379
Извлечение в раствор Fe, %	61,98	75,24	87,0	90,84	94,03	95,06	97,03

В третьей серии опытов изучалось влияние продолжительности на процесс выщелачивания. Количество растворителя 1,04 – кратное от теоретически необходимого, температура выщелачивания 379 К (таблица 7), выявлено, что наиболее полное растворение металлов концентрата наблюдается при продолжительности выщелачивания более 60 минут.

Таблица 7. **Влияние продолжительности на результаты выщелачивания ТРПК**

Продолжительность, мин.	7,5	15	30	60	120	240
Извлечение в раствор Fe, %	83,50	86,14	92,06	96,04	97,03	97,43

Таким образом, на основании проведенных исследований определены возможные условия проведения одностадийного выщелачивания термически разложенного пиритного концентрата: температура – 379 К; продолжительность 60 минут и более; избыток растворителя 4 – 5 %. Остаточная кислотность при данных условиях составляет 6 – 8 г/л, выход твердого 7 – 9 % от исходного питания.

Растворы после выщелачивания содержат 190 г/л закисного железа.

При данных условиях извлечение железа в раствор составляет 94 – 97 %.

Пульпа после выщелачивания хорошо отстаивается, фильтрация протекает с большой скоростью.

Как видно из представленных результатов, с использованием термической обработки пиритных концентратов, можно достичь высокого извлечение железа в раствор, откуда оно может быть извлечено восстановлением железа из его хлоридов или высокотемпературным гидролизом с получением оксидов железа и регенерацией соляной кислоты [4].

Следует отметить, что в работах [5,6] предлагалась технология переработки вторичного сырья – железного лома – растворением его в соляной кислоте с последующей переработкой растворов хлористого железа высокотемпературным гидролизом.

Выводы:

- Переработка пиритных концентратов возможна по технологии обжиг-термическое разложение при 973 К и продолжительности 30 минут с последующим выщелачиванием огарка соляной кислотой концентрацией 150 г/л. При этом в раствор извлекается 98 % железа;
- Процесс растворения протекает в промежуточной области и сопровождается увеличением диффузионного сопротивления за счет образования элементной серы;
- Регенерацию соляной кислоты и извлечение железосодержащих продуктов рекомендуется осуществлять высокотемпературным гидролизом.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Мотовилов И.Ю., Чепуштанова Т.А., Луганов В.А. Термодинамический анализ получения порошков железа пирометаллургическим методом// Вестник КазНТУ – 2013. –№ 5 – С. 220-225.

[2]. Van Weert G. Hydrometallurgy //Hydrometallurgy, Theory and Practice Proceedings of the Ernest Peters International Symposium. Part A. Reagent recovery in chloride hydrometallurgy – some missing links Volume 29 Issues 1–3 – June 1992 – P. 513–526.

[3]. Luganov V.A., Orazymbekova N.T. Pyrrhotite Acid Leaching under non Oxidizing conditions // Hydrometallurgy.- Kunming - 1998. – P. 222-226.

[4]. Мотовилов И.Ю. Луганов В.А. Высокотемпературный гидролиз хлорида железа (II)// Горный журнал Казахстана – 2016. - № 1. – С. 41-45.

[5]. Gravenor C. Govett, G. J., Rigg T. A hydrometallurgical process for the extraction of iron from low grade ores// Canadian Institute of Mining Bulletin, v. 57 – 1964. – P. 421-428.

[6]. Gravenor C. Rigg T., Stone J. N. A hydrometallurgical process to produce iron powder from scrap iron// Canadian Institute of Mining Bulletin, v. 63 – 1964. – P. 59-64.

Мотовилов И.Ю., Луганов В.А., Мишра Б.

Вакуумда термиялық ыдыраған пиритті концентратты шаймалау үрдісін зерттеу

Түйіндеме. жұмыста аралас тәсілмен, термиялық ыдырау және күйіндіні шаймалау арқылы өңделген пиритті концентратты зерттеу нәтижелері баяндалған.

Темірді алудың жоғарғы нәтижелері ыдырау температурасы 973 К (Fe/S күйіндіде 0,92) кезіндегі күйіндіден алынғаны анықталды.

Тұз қышқылы, хлорлы темір ерітінділеріндегі және хлорлы магниймен тұз қышқылы ерітінділеріндегі шаймалау процессі зерттелді.

Тұз қышқылын қолдану орынды саналды, себебі ол темірді алудың жоғарғы нәтижелерін көрсетті және қарапайым қалпына келтіруді қамтамасыз етті.

Күйіндінің еру процессі аралық облыста өтеді. Элементті күкірттің қалыптасуы процесстің тежелуіне әкеледі.

Күйіндіні бір сатылы шаймалау процессінде темірдің ерітіндіге өтуінің ең жоғарғы нәтижелері: 379 К температурасында, ұзақтығы 60 минуттан жоғары, еріткіштің артықтылығы 4 %, темірдің ерітіндіге өтуі 94-97 % құрайды.

Түйінді сөздер: пиритті концентрат, вакуумда термиялық ыдырау, шаймалау, тұз қышқылы, процесстің кинетикасы

Motovilov I., Luganov V., Mishra Br.

The studying of the process of leaching of the pyritic concentrate which is thermally spread out in vacuum

Summary. The paper presents results of a study of processing pyrite concentrates by combined method, including thermal decomposition and cinder leaching.

It was found that the highest extraction of iron is achieved from cinder obtained from the decomposition at the temperature 973 K (Fe/S in cinder 0.92).

Leaching was studied in solutions of hydrochloric acid, ferric chloride and hydrochloric acid mixture with magnesium chloride. It is more preferable to use hydrochloric acid, the use of which ensures high recovery of iron and its simple recovery.

The dissolution process of cinder flows in the intermediate region. The elemental sulfur formation influences the inhibitory effect on the process.

The highest recovery of iron in solution at a single stage of cinder leaching is achieved at the temperature 379 K, duration is 60 minutes, the excess solvent is 4 % and the recovery of iron in solution is 94 – 97 %.

Key words: pyrite concentrates, thermal decomposition, leaching, hydrochloric acid, process kinetics

UDC 543.053

N. Baimatova, D. Yelyubayeva, O. Demyanenko, M. Derbissalin
(al-Farabi Kazakh National University, Center of Physical Chemical Methods of Research and Analysis, Almaty, Kazakhstan
baimatova.nassiba@gmail.com)

DETERMINATION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN EXHAUSTS GASES OF CARS USING SOLID-PHASE MICROEXTRACTION AND GAS CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRY

Abstract. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are environmental organic pollutants having carcinogenic, mutagenic and teratogenic properties. The main source of PAHs in ambient air are exhaust gases of vehicles, the number of which is growing every year. The goal of this work was to optimize the method of determination of time-weighted average (TWA) concentrations of 16 priority PAHs in the exhaust of vehicles using gas chromatography with mass spectrometric detection (GC-MS) in combination with solid-phase microextraction (SPME). Optimized parameters included the optimal fiber coating 100 μm PDMS, diffusion path length 10 mm and extraction time 30 min. Compared to the standard method, the optimized method provides 1.5-2 times higher detector responses. The total PAHs TWA concentration in the exhaust gases of studied vehicles ranged from 1 to 102 mg/m^3.

Key words: gas chromatography; mass spectrometry; solid-phase microextraction; polycyclic aromatic hydrocarbons; exhaust gases; time-weighted average concentration.

INTRODUCTION

Clean air is an important resource for life support. Gas or particulate-phase toxicants can negative affect human health, causing chronic diseases such as cancer and asthma [1]. In most cities around the world, the main source of air pollution is transportation and their exhaust gases [2].

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are hazardous environmental pollutants having mutagenic and carcinogenic properties. Pollution of the environment by PAHs leads to the deterioration of the quality of nature and the reduction of life expectancy [1]. Carcinogenicity of PAHs depends on their structure. Benzo[a]pyrene and dibenzo[a,h]anthracene are of the greatest toxicity [3]. The maximum permissible concentration (MPC) of the main marker and the most hazardous of all PAHs - benzo[a]pyrene in the ambient air of settlements is 1 ng/m^3 [4]. Being relatively chemically stable, benzo[a]pyrene bioaccumulated and bioconcentrated from one environment matrix to another. Incomplete fuel oxidation, which occurs in automobile engines, is a primal way of man-caused emissions of PAHs [5,6]. The knowledge of PAHs concentrations in exhaust gasses is very essential for evaluating contribution of these compounds to air pollution and then to human health.

Quantification of PAHs in exhaust of vehicles is a very complicated and expensive procedure. There are several methods for detection of PAHs in the exhaust gases. Sampling gas stream on the filters using a condenser is a widely used method [7–10]. Particles collected on the filter are extracted by toluene followed by an analysis by high-performance liquid chromatography (HPLC) with fluorescence detection [11]. Method [12] is based on passing diluted exhaust through the Teflon-coated glass fiber (Pallflex T60A20) filters, followed by a stage of Soxhlet extraction with dichloromethane during 18 h, fractionation of extracts by adding internal standard 2.2'-binaphthyl and analysis by GC-MS. Wang et al. [13] for determination of gas phase PAHs emitted from a diesel engine used improved sample preparation method by combing aqueous-capture-collection, low-pressure-purge-and-trap concentration and GC-MS analysis. Aqueous-capture-collection method based on introducing co-solvent instead of traditional solid adsorption material for high collection efficiency. Low-pressure-purge-and-trap was a modified instrument based on purge-and-trap system and could increase recovery yields of high-boiling-point PAHs. However, these methods have the following disadvantages: they require a multi-stage time-consuming sample preparation and the use of toxic solvents.

The composition of vehicle exhaust depends on the type of fuel, engine, emission control devices (catalysts) and other factors. Determination of time-weighted average (TWA) concentration could be the way to predict the variations of PAHs concentration in exhaust gases related to specifications of each analyzed car exhaust. Passive sampling methods are based on the principle of the diffusion of analytes [14], as a method without using of solvents [14–16], on the principle of passing through the semipermeable membrane [17], and the principle of solid phase microextraction (SPME) [18–20].

SPME is an innovative method having the following advantages: simple sampling and time saving (sampling, extraction, concentration and injection of samples are combined into a single step), solventless. The main advantage of SPME is a good analytical performance combined with a low cost. SPME produces have relatively pure and concentrated extracts and an opportunity to automation with GC-MS. For determination of TWA concentration by SPME, fiber coating is kept inside protecting needle at a known distance from the needle opening during a sampling time.

TWA SPME approach (Fig. 1) has been successfully developed and applied for quantification of benzene in hot (100–125°C) fast-moving process gases from biomass gasification pilot plant [21]. Recently we developed a TWA SPME-based method for quantification of benzene, toluene, ethylbenzene and o-xylene in exhaust gases [22]. However, there is a limited data on using SPME for the analysis of PAHs in vehicle exhausts [23,24]. Chai and Pawliszyn [23] found naphthalene, phenanthrene, antracene, and fluoranthene by exposed SPME fiber directly in the exhaust emitted from a diesel exhaust. Koziel et al. [24] study showed the presence of acenaphthylene, fluorene, phenanthrene, fluoranthene, pyrene, chrysene and benzo[a]pyrene identified using single ion analysis in diesel exhaust.

The objective of this study was to optimize the method of determination of TWA of 16 priority PAHs in the vehicles exhausts by gas chromatography with mass spectrometry (GC-MS) in combination with (SPME). Development included the optimization of the MS detection parameters, fiber coating, diffusion path length (Z) and extraction time.

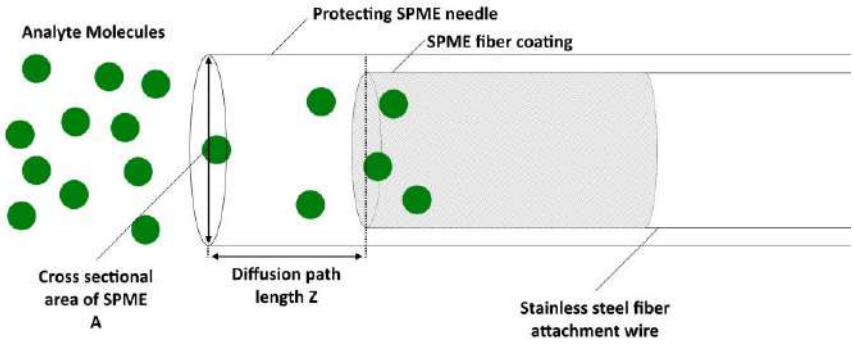


Figure 1. Scheme of TWA sampling of analytes by SPME

EXPERIMENTAL

Chemicals

Helium (>99.995%) was purchased from "Orenburg-Tehgas" (Orenburg, Russia). A standard solution of PAHs in acetonitrile with concentration of 10 μg/μL of each component was obtained from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA).

SPME

Extractions were completed with 100 μm polydimethylsilosane (PDMS), 85 μm Carboxen/Polydimethylsiloxane (CAR/PDMS) and 65 μm PDMS/divinylbenzene (PDMS/DVB) fibers obtained from Supelco (Bellefonte, PA, USA). The optimal fiber coating was established experimentally.

Analysis by gas chromatography with mass spectrometry detection

All car exhausts were analyzed on 7890A gas chromatograph (Agilent, USA) equipped with mass-selective detector 5975C (Agilent, USA). For separation of PAHs, a 30 m × 0.25 mm DB-35MS (Agilent, USA) column with a film thickness of 0.25 μm was used. The constant flow of carrier gas (He) in the column was 1 mL/min. Temperatures of MS ion source, quadrupole and interface were set to 230, 150 and 300 °C, respectively. Oven temperature was programmed from initial 45 °C (held for 1 min) to 200 °C at a heating rate of 45 °C/min, to 225 °C (held for 20 min) at a heating rate 2.5 °C/min, to 266 °C at a heating rate 3 °C/min, to 300 °C at a heating rate 5 °C/min, to 320 °C at a heating rate 10 °C/min (held for 10 min). Solvent delay was set to 6.0 min. Detection was carried out in selected ion monitoring (SIM) mode using abundant ions of PAHs and the detection program (Table 1) consisting of six groups of ions. The optimal Dwell time for detection of each ion was 50 ms. Total run time of the analysis was 67 min.

Table 1. **The program of mass spectrometric detection of PAHs in SIM mode**

Retention time, min	Compounds	Detected ion m/z, amu	Group number	Group time, min
7.6	Naphthalene	128	1	0-15
9.8	Acetonaphtalene	152		
10.2	Acetonaphtene	154		
11.6	Fluorene	166		
16.3	Anthracene	178	2	15-20
16.7	Phenanthrene	178		
29.3	Fluoranthene	202	3	20-40
32.1	Pyrene	202		
45.9	Benzo[b]anthracene	228	4	40-50
46.3	Chrysene	228		
54.5	Benzo[b]fluoranthene	252	5	50-57
54.7	Benzo[k]fluoranthene	252		
56.5	Benzo[a]pyrene	252		
64.5	Benzo[ghi]perylene	276	6	57-67
64.8	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	276		
66.4	Dibenzo[a,h]anthracene	278		

Calibration of GC-MS

For preparation of stock PAHs solution, 1800 µL of hexane were introduced into a 2 mL vial. Then, 200 µL of standard solution (C=10 µg/µL) were injected into the vial. Concentration of PAHs analytes in the prepared solution made up 1 µg/mL (solution A). At the second stage, this solution was further diluted to obtain analytes concentrations of 1, 3, 5, 10, 30, 50, 100, 300 and 500 pg/µL. Prepared solutions were analyzed by injecting 1.00 µL of calibration solutions into the inlet of gas chromatograph using a CTC Combi-Pal (CTC Analytics AG, Switzerland) autosampler in splitless mode at 320 °C. All prepared PAHs standard solutions were analyzed in triplicates.

Obtained chromatograms were integrated. PAHs were identified using their retention times (Table 1). Calibration dependences were plotted using MSD ChemStation software (ver. E.02.02 Service Pack 1) and confirmed using Microsoft Excel software. Obtained calibration plots for all PAHs were linear in the whole studied standard concentrations range 1-500 pg/µL with the squared correlation coefficients R^2>0.97 and method detection limits (MDLs) ranged from 0.30 to 10.6 pg/µL (Table 2). MDLs were calculated using following formula:

$$MDL = t * SD$$

Where:

t – is the student's value appropriate for 95% confidence level and standard deviation estimate with n-1 degrees of freedom;

SD – is standard deviation of the result values.

Table 2. **The results of GC-MS the calibration**

Compound	Mass injected, pg	Slope, (AU pg/µL)	R^2	MDL (pg/µL)
Naphthalene	1-500	1250	0.994	10.6
Acetonaphthalene	1-300	998	0.998	0.50
Acetonaphthene	1-300	733	0.999	0.30
Fluorene	1-300	825	0.999	0.50
Anthracene	1-500	999	0.997	0.80
Phenanthrene	1-300	1130	0.999	0.30
Fluoranthene	1-500	941	0.996	0.50
Pyrene	1-500	960	0.997	0.60
Benzo[b]anthracene	1-500	262	0.998	1.50
Chrysene	1-500	742	0.998	0.80
Benzo[b]fluoranthene	1-500	247	0.999	1.30
Benzo [k]fluoranthene	1-300	727	0.998	0.50
Benzo [a]pyrene	1-500	237	0.997	2.80
Benzo [ghi]perylene	1-300	216	0.975	1.00
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	1-500	309	0.995	1.70
Dibenzo[a,h]anthracene	1-300	230	0.992	1.40
Note: AU – arbitrary units				

Vehicle exhausts sampling

Exhaust sampling scheme is shown in Figure 1. Toyota Windom, 1998 (Japan) was used for method optimization. The system consisted of 40 mm diameter and 1 m length galvanized pipe with 2 gas samplings ports equipped with Thermogreen septa, one - for measuring temperature of exhaust, and one - for exhaust gas sampling by SPME. System has been tested for leaks. Galvanized pipe was used to create a linear flow. The optimized method was applied on five cars using gasoline as a fuel and one car using diesel with different year of production and country of origin. During sampling, vehicles were running on idle.

Sampling by SPME. Temperatures of analyzed exhaust gases ranged from 35 to 45 °C. Samples were collected when exhaust temperature reached 40 °C. Prior to sampling, 100 µm PDMS fiber coating was conditioned in GC inlet at 240 °C for 20 min. Fibers were manually introduced into the GC inlet working in splitless mode at 240 °C. PAHs concentrations in exhaust gases were estimated by Fick's first law (1) [22]:

$$C = \frac{m \times Z}{A \times t \times D_g}$$

where
m – PAHs mass, detected on MS (pg);
A – cross sectional area of SPME fiber (cm^2);
t – extraction time (min);
D_g – diffusion coefficient ($cm^2\ s^{-1}$);
Z - diffusion path length (cm).

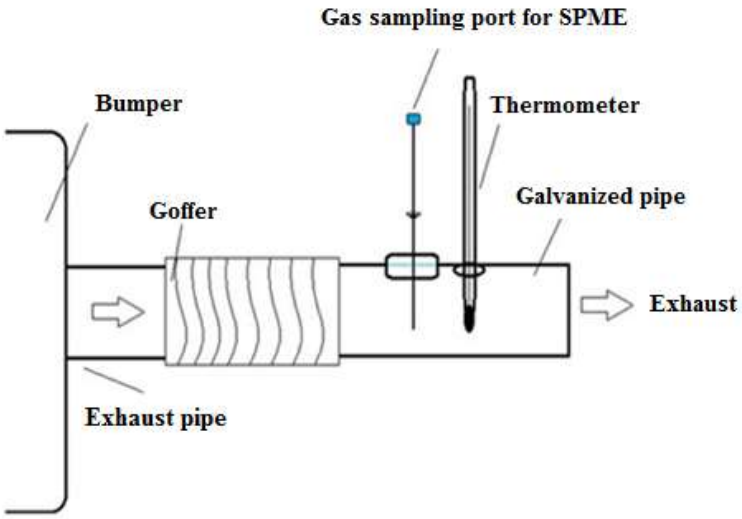


Figure 2. Schematic vehicle exhaust gas sampling with retracted SPME fiber

Direct gas sampling. For direct determining concentrations of PAHs in exhaust gases, gas sampling was carried out using a 10-µL gas-tight micro syringe with Teflon plunger (Agilent, USA) to prevent leakage of exhaust gases. Samples were analyzed by injecting manually 5.0 µL of gas into the GC inlet working in splitless mode at 240 °C.

Selection of a fiber coating

The following coatings were tested in this experiment: 85 µm CAR/PDMS, 65 µm PDMS/DVB and 100 µm PDMS. Sampling was conducted during 20 min using diffusion path length (*Z*) 20 mm. During sampling, temperature of exhaust gases was 37-43 ºC.

Optimization of diffusion path length Z

Sampling was conducted by 100 µm PDMS fiber during 20 min at 37-43 ºC using diffusion path lengths (Z) 10, 20 and 30 mm.

Optimization of extraction time

Sampling by 100 µm PDMS fiber was conducted at bioaccumulated and bioconcentrated extraction times 10, 20, 30, 40 and 60 min. The diffusion path length was 20 mm. Extraction was carried out at the temperature of exhaust gas of 37-43ºC.

RESULTS AND DISCUSSION

Effects of fiber coating. As known from the literature [24], 100 µm PDMS is the most effective fiber coating for the extraction of PAHs from air and exhaust gases when fibers are exposed to an analyzed gas [23]. However, theoretically SPME inside a protecting needle should not be affected by the fiber coating composition. The goal of this experiment was to select the most efficient fiber for SPME inside protecting needle.

Obtained data shows that 100 µm PDMS fiber allows detection of the greatest number of PAHs (Table 3) while CAR/PDMS and PDMS/DVB are more suitable for lower molecular weight PAHs. Heavier PAHs such as benzo[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene were found only by a 100 µm PDMS. Benzo[ghi]perylene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, dibenzo[a,h]anthracene were not detected in exhaust gases using any of tested fibers probably because a) such PAHs with higher molecular weights were likely to be in the solid phase and could not extracted by a fiber or b) their concentrations in exhaust gases were below detection

limits. Higher effectiveness of 100 μm PDMS coating can be explained by its higher hydrophobicity, greater thickness, volume and capacity. Thus, 100 μm PDMS coating was chosen as optimal.

Table 3. **Masses of PAHs extracted from exhaust gases by different SPME fibers located inside their protecting needles**

Compounds	SPME fiber coating		
	CAR/PDMS	PDMS/DVB	100 μm PDMS
	Mass extracted, pg		
Naphthalene	76	22	n/d
Acetonaphthalene	4.3	16	4.0
Acetonaphthene	4.7	16	4.9
Fluorene	8.5	12	6.9
Anthracene	15	16	16
Phenanthrene	14	3.2	8.3
Fluoranthene	10	130	75
Pyrene	11	85	58
Benzo[b]anthracene	n/d	n/d	44
Chrysene	n/d	2.1	21
Benzo[b]fluoranthene	n/d	n/d	10
Benzo [k]fluoranthene	n/d	n/d	2.3
Benzo [a]pyrene	n/d	n/d	7.0
Benzo [ghi]perylene	n/d	n/d	n/d
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	n/d	n/d	n/d
Dibenzo[a,h]anthracene	n/d	n/d	n/d
Note: n/d-not detected			

Effects of diffusion path length Z. The diffusion path Z has a significant influence on the extraction of analytes from the exhaust gases. The goal of this experiment was to establish the optimal diffusion path length Z.

Increase of a diffusion path length led to a decrease of extracted mass of volatile PAHs such as naphthalene (Figure 2) due extraction of PAHs such naphthalene is limited by diffusion, which leads to increase of the extracted mass of fluoranthene and pyrene. Diffusion path length did not affect extracted masses of acetonaphthalene, acetonaphthene, fluorene and phenanthrene (Figure 3), which means that their extraction are limited by the extraction phase. Based on these data, it can be concluded that the diffusion path length Z affects the mass extracted of naphthalene, fluoranthene and pyrene. This is due to a lower diffusion rate of PAHs to the surface of the extraction coating.

Diffusion path length Z=10 mm was chosen as optimal, which allowed detecting all 16 studied PAHs.

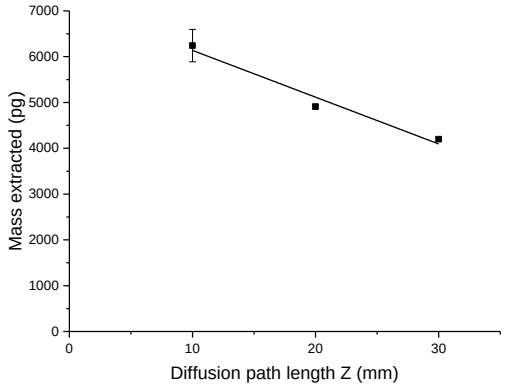


Figure 2. Effect of diffusion path length on the mass of naphthalene extracted by SPME fiber inside protecting needle

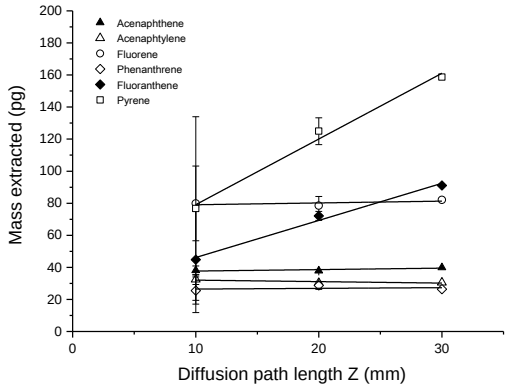


Figure 3. Effect of diffusion path length on the mass of PAH extracted by SPME fiber inside protecting needle

Effects of extraction time. Extraction time has a significant influence on extraction of organic compounds from the gas phase. SPME allows an equilibrium of analytes to be reached between the sample matrix and the extracting phase (fiber coating), the determination of the extraction time required for all PAHs to equilibrate with the fiber is needed. The goal of this experiment was to establish the optimal extraction time of PAHs from exhaust gases by a 100 μm PDMS fiber located inside a protecting needle.

Increasing the extraction time differently affected responses of individual PAHs (Figure 4-5). Linearity of mass extracted/extraction time relation and increase in extracted mass starts to break at 30-40 min of extraction (Figure 5), this can be explained by complicated composition of exhaust gases [25]. Saturation of fiber coating by more volatile PAHs such as naphthalene (Figure 4), acetonaphthalene and acetonaphthene (Figure 5) did not occur even after 60 min of extraction. Thus, the extraction time of all PAHs 30 min was chosen as optimal and didn't conflict to information, that pyrene and fluoranthene reach equilibrium after 120 min of extraction on 100-μm PDMS fiber at 25°C, and the high molecular-weight PAHs need more than 240 min to reach equilibrium [26].

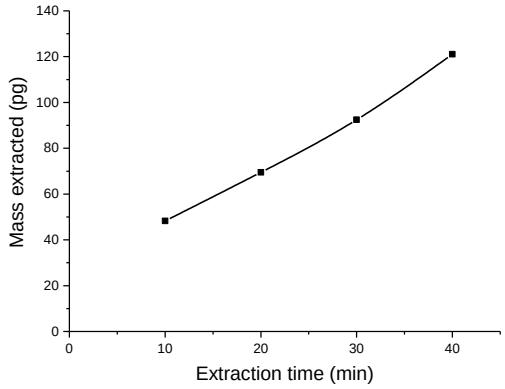


Figure 4. Effect of extraction time on the extracted mass of naphthalene

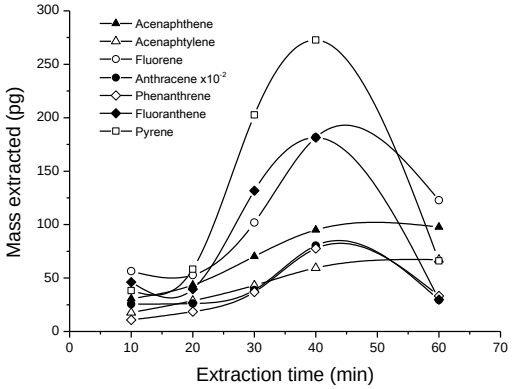


Figure 5. Effect of extraction time on the mass of PAHs

Application of the optimized method for quantification of PAHs in exhaust gases

Table 4 shows comparison of measured PAHs concentrations in exhaust gases determined by TWA/SPME method and by direct injection of grab exhaust sample to GC/MS.

According to the results compared to standard method (direct injection of exhaust to GC), which have detection limits at about 0.2 mg/m^3, optimized method is more sensitive. Data obtained by the optimized method 1.5-2 times higher than the data obtained by direct injection (Table 4).

The results of analysis of exhaust of diesel fuel by optimized method did not show higher sensitivity than the standard method (Table 4).

During the analysis of exhausts of Toyota Windom'98, Honda CR-V'96, Toyota Harrier'98, Nissan Maxima'98 and UAZ – Patriot'08 more volatile PAHs such as naphthalene, acetonaphthalene, acetonaphthene, fluorene, anthracene, phenanthrene, fluoranthene, pyrene, benzo[b]anthracene and chrysene were found. Heavier PAHs such as benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, benzo[ghi]perylene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, dibenzo[a,h]anthracene were not detected in the studied samples of exhaust gases. This may be due to the rapid saturation of fiber coating by aromatic compounds of the exhaust gas. To confirm this theory, the studied exhaust gases were analyzed in parallel for the presence of aromatic compounds in SCAN mode (Table 5). In all studied car exhausts such compounds as toluene, xylenes, and derivatives of benzene are dominated.

In exhaust gases of Volkswagen Passat'02 using diesel fuel aromatic compounds were not detected (Table 5). SPME method such as a direct injection method allowed to find 8 of 16 PAHs due to impossibility of extraction of PAHs such as benzo[a]pyrene, chrysene, benzo[b]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo [k]fluoranthene on coating fiber, which were likely to be in the solid phase.

The total concentration of PAHs in the exhaust gases of studied cars found by optimized method were: Toyota Windom – 52 mg/m^3, Honda CR-V – 6 mg/m^3, Toyota Harrier – 102 mg/m^3, Nissan Maxima - 8 mg/m^3, UAZ-Patriot – 1 mg/m^3, Volkswagen Passat – 1 mg/m^3. The greatest contribution to the environment made exhaust gas of Toyota Harrier. In exhaust gases of this car such PAHs as naphthalene, acetonaphthalene, acetonaphthene, fluorene, anthracene, phenanthrene, fluoranthene and pyrene were found.

It is necessary to take into account the individual characteristics of cars: year of production, type of installed engine, engine capacity, the presence of the catalyst. Benzo[a]pyrene and benzo[a]anthracene were not detected in studied exhaust gases.

Table 4. Comparison of PAHs concentrations in the exhaust of different types of vehicles detected by TWA/SPME method and by direct injection

Vehicle brand	Toyota Windom		Honda CR-V		Toyota Harrier		Nissan Maxima		УАЗ - Patriot		Volkswagen Passat	
Production year	1998		1996		1998		1998		2008		2002	
Country of origin	Japan		Japan		Japan		Japan		Russia		Germany	
Fuel type	Gasoline										Diesel	
Compounds	Concentration, mg/m³											
	DI	SPME	DI	SPME	DI	SPME	DI	SPME	DI	SPME	DI	SPME
Naphthalene	51	44	n/d	n/d	63	85	12	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Acetonaphthalene	n/d	0.6	0.1	n/d	1.2	2.6	n/d	n/d	n/d	n/d	0.6	n/d
Acetonaphthene	n/d	n/d	0.1	n/d	0.8	1.6	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Fluorene	0.4	1.0	0.3	n/d	1.2	2.1	n/d	n/d	n/d	n/d	0.5	n/d
Anthracene	1.1	2.8	1.0	2.3	4.7	6.9	1.2	8	1	8.2	2.9	1.2
Phenanthrene	n/d	0.3	n/d	0.3	0.9	0.8	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Fluoranthene	n/d	1.3	0.3	1.2	0.6	1.5	n/d	n/d	0.5	n/d	3.3	n/d
Pyrene	n/d	2.3	0.4	2.2	0.9	1.9	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Benzo[b]anthracene	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	3.8	n/d
Chrysene	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	1.9	n/d
Benzo[b]fluoranthene	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Benzo [k]fluoranthene	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Benzo [a]pyrene	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Benzo [ghi]perylene	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Dibenzo[a,h]anthracene	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Total content	**55**	**52**	**2**	**6**	**74**	**102**	**14**	**8**	**2**	**8**	**13**	**1**

Note: DI – direct injection by microsyringe
n/d – not detected

Table 5. Compounds identified in the exhaust of different types of vehicle

Vehicle brand	Toyota Windom		Honda CR-V		Toyota Harrier		Nissan Maxima		УАЗ - Patriot		Volkswagen Passat	
Production year	1998		1996		1998		1998		2008		2002	
Country of origin	Japan		Japan		Japan		Japan		Russia		Germany	
Fuel type	Gasoline										Diesel	
Compounds	Peak area, a.u. x10⁻⁶											
	DI	SPME	DI	SPME	DI	SPME	DI	SPME	DI	SPME	DI	SPME
Toluene	3	80	1	2	6	72	2	17	2	18	n/d	n/d
1,3-Dimethylbenzene	2	18	n/d	13	3	68	0.5	10	0.8	15	n/d	n/d
p-Xylene	1	31	0.1	6	2	28	0.3	4	0.3	6	n/d	n/d
1-Ethyl-3-methylbenzene	0.5	51	n/d	6	2	65	n/d	n/d	n/d	10	n/d	n/d
1,2,3-Trimethylbenzene	1	39	n/d	4	2	53	n/d	5	0.3	8	n/d	n/d
1-Ethyl-4-methylbenzene	n/d	8	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	34	n/d	n/d	n/d	n/d
1-Methyl-4-propylbenzene	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	43	n/d	n/d	n/d	2	n/d	n/d
1-Methyl-3-(1-methylethyl) benzene	n/d	19	n/d	4	0.3	8	n/d	2	n/d	n/d	n/d	n/d
2,3-Dihydro-1-methylindene	n/d	6	n/d	0.8	0.2	9	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Pentamethylbenzene	n/d	3	n/d	n/d	0.5	6	n/d	n/d	n/d	0.4	n/d	n/d
1-Methylnaphthalene	0.4	6	n/d	0.5	0.8	11	n/d	2	n/d	0.2	n/d	n/d
2- Methylnaphthalene	0.2	3	n/d	0.3	0.3	5	n/d	0.4	0.2	4	n/d	n/d
Ethylbenzene	0.7	66	n/d	10	n/d	25	n/d	3	n/d	18	n/d	n/d
Decane	n/d	n/d	n/d	4	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
1,2,3,4-Tetramethylbenzene	n/d	n/d	n/d	1	0.4	12	n/d	0.8	0.3	n/d	n/d	n/d
1-Methyl-4-(1-methylethyl) benzene	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	16	n/d	n/d	n/d	2	n/d	n/d
1-Methylethylbenzene	0.4	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	4	n/d	2	n/d	n/d

Note: DI – direct injection by microsyringe
n/d – not detected

CONCLUSIONS

Thus, TWA/SPME method was optimized for determination of PAHs in exhaust gases:

– Fiber coating 100 μm PDMS was selected as an optimal for extraction PAHs from exhaust gases. The high efficiency of 100 μm PDMS coating was explained by its greater thickness, volume and capacity.

– Lighter PAHs can be well adsorbed by fiber, and heavier one engaged the SPME needle.

– The diffusion path length Z affects mass extracted of naphthalene, fluoranthene and pyrene. This is due to a lower diffusion rate of PAHs to the surface of the extraction coating. Thus, diffusion path length Z=10 mm was chosen as optimal.

– Saturation of 100 μm PDMS coating starts at 30-40 min of extraction. Saturation of fiber coating by more volatile PAHs such as naphthalene, acetonaphthalene and acetonaphthene does not occur even after 60 minutes of extraction. Thus, the extraction time of all PAHs 30 min was chosen as optimal.

– The total concentration of PAHs in the exhaust gases of studied cars found by optimized method were: Toyota Windom – 52 mg/m^3, Honda CR-V – 6 mg/m^3, Toyota Harrier – 102 mg/m^3, Nissan Maxima - 8 mg/m^3, UAZ-Patriot – 1 mg/m^3, Volkswagen Passat – 1 mg/m^3. The greatest contribution to the environment made exhaust gas of Toyota Harrier. In exhaust gases of this car such PAHs as naphthalene, acetonaphthalene, acetonaphthene, fluorene, anthracene, phenanthrene, fluoranthene and pyrene were found. Benzo[a]pyrene and benzo[a]anthracene were not detected in studied car exhaust.

Acknowledgements

The work was supported by the grant from the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan 4185/GF4 "Development of semi-automatic station for monitoring concentrations of volatile organic contaminants in ambient air of cities using chromatographic methods".

Байматова Н.Х., Елюбаева Д.К., Демьяненко О.П., Дербисалин М.А.

Определение полициклических ароматических углеводородов в выхлопных газах автомобилей методом твердофазной микроэкстракции и газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием

Резюме. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – органические соединения, являющиеся канцерогенами, мутагенами и тератогенами. Основным источником ПАУ в воздухе является транспорт, число которого растет с каждым годом. Целью данной работы было оптимизировать метод определения средневзвешенной концентрации (СВК) 16 приоритетных полициклических ароматических углеводородов в выхлопных газах автотранспорта с использованием газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ/МС) в сочетании с твердофазной микроэкстракцией (ТФМЭ). Оптимизированные параметры включали в себя оптимальное покрытие волокна – 100 мкм ПДМС, длина диффузионного пути Z=10 мм, время экстракции – 30 мин. По сравнению со стандартной методикой, оптимизированный метод является в 1,5-2 раза более чувствительным. Общая концентрация ПАУ в выхлопах исследованного автотранспорта варьировались в пределах 1-102 мг/м^3.

Ключевые слова: газовая хроматография; масс-спектрометрическое детектирование; твердофазная микроэкстракция; полициклические ароматические углеводороды; выхлопные газы; средневзвешенная концентрация.

Байматова Н.Х., Елюбаева Д.К., Демьяненко О.П., Дербисалин М.А.

Автокөліктерден шығатын газдардың құрамындағы ароматты полициклды көмірсутектерді қатты фазалы микроэкстракция және газды хроматография-масс спектрометрия әдісімен анықтау

Түйіндеме. Полициклды ароматты көмірсутектер (ПАК) – канцерогенді, мутагенді және тератогенді химиялық органикалық қосылыстар. Ауадағы ПАК-тердің басты көзі саны жылдан-жылға өсіп келе жаткан автокөліктер болып табылады. Жұмыстың мақсаты – қатты фазалы микроэкстракциямен (ҚФМЭ) бірлескен газды хроматография-масс-спектрометрия әдісімен автокөліктердің пайдаланған газдарында 16 маңызды полициклды ароматты көмірсутектердің орташа безбенделген концентрацияларын (ОБК) анықтау әдістемесін оңтайландыру. Оңтайландырылған параметрлерге оңтайлы жабынды ретінде қалыңдығы 100 мкм ПДМС жабындысы, диффузиялық жолдың оңтайлы ұзындығы ретінде Z=10 мм, экстракция уақыты ретінде 30 мин уақыт кірді. Стандартты әдістемемен салыстырғанда, оңтайландырылған әдістеме сезімталдығы жоғары. Оңтайландырылған әдіс бойынша алынған нәтижелер тура енгізу арқылы алынған нәтижелерден 1,5-2 есе жоғары. Зерттелінген автомобильдердің пайдаланған газдардың құрамындағы ПАК-дің жалпы концентрациясы 1 және 102 мг/м^3 аралығында жатты.

Кілтті сөздер: газды хроматография; масс-спектрометриялық детектор; қаттыфазалы микроэкстракция; полициклды ароматты көмірсутектер; пайдаланған газдар; орташа безбенделген концентрация.

УДК 669.295:669.046.521

Ж.А. Алыбаев, Л.Т. Бошкаева, Б.С. Баимбетов, Д.А. Садибеков, Д.А. Толеген
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, Zhakan50@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ФЛЮСУЮЩИХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ НИТРИДОВ AL, CA, B, C ПРИ ПОЛУЧЕНИЙ ТИТАНОВЫХ ШЛАКОВ ИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ НИЗКОСОРТНЫХ И ТРУДНОВОССТАНОВИМЫХ ИЛЬМЕНИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Аннотация. Дан анализ литературных данных о текущем состоянии мировой и отечественной титановой промышленности. Описано возможность использование новых флюсующих добавок на основе нитридов Al, Ca, B, C при получении титановых шлаков из отечественных низкосортных и трудновосстановимых ильменитовых концентратов.

Ключевые слова:илменитовый концентрат, флюсующий материал, оксид, нитрид, температура, восстановитель, продолжительность, электроплавка, титановый шлак, вязкость, хлорирование, аппаратурно-технологическая схема, электропроводность.

Введение. В последние годы в отечественном производстве губчатого титана (на АО «Усть-Каменогорский титаномагниевый комбинат») имеются проблемы, связанные с нехваткой качественного сырья. Ильменитовые концентраты из наиболее разработанных и освоенных месторождений Казахстана (как сатпаевский концентрат) используется только в качестве частичной добавки (30-50 % от массы шихты) к импортным ильменитовым концентратам (70-50 %), привезенным в основном из Украины. Из литературы известно, что добавка оксидов Al, Ca, B в определенных количествах в шихту элетроплавки могут снизить температуру плавления и вязкость расплавов при электроплавке титановых руд. Также на основе экспериментальных данных выявлено, что предложенные нами флюсующие материалы на основе нитридов Al, Ca, B, C также могут способствовать снижению температуры плавление, вязкости и электропроводности расплавов, тем самым улучшить ход процесса электроплавки ильменитовых концентратов, имеющих низкое содержание TiO_2 (49-51 %) и высокое содержание примесных оксидов (как FeO, SiO_2 и др.) в своем составе. Необходимо отметить, что в литературе практически отсутствуют данные по использованию указанных нитридов в качестве флюса. Тем не менее, в ходе обзора выявлено, что они применимы в качестве флюса, поскольку многие из них восстановительной среде стабильны, обладают большим электросопротивлением при высоких температурах, и могут оказать католическое воздействие, находясь на стенках аппарата (в виде смазки). Все это служит основанием для проведения исследований по изучению влияния вышеуказанных оксидов и нитридов в качестве флюсующего материала при получении титановых шлаков из отечественных низкосортных ильменитовых концентратов. В качестве исходного материала для исследования был выбран ильменитовый концентрат Сатпаевского месторождение, который является наиболее разработанным и самым близкорасположенным к единственному титановому производству в стране - АО «УК ТМК» (находится в 40 км от г. Усть-Каменогорска) месторождением.

Отдельная плавка местных ильменитовых концентратов (что Сатпаевского, что Шокашского и Обуховского месторождений, имеющие большие запасы) на титановый шлак практически невозможно в связи с образованием тугоплавких и вязких расплавов с высокой температурой плавления (свыше 1700 ^{0}C) из-за низкого качества сырья (в них содержание TiO_2 от 45 до 52 %, а содержание примесных оксидов, как FeO, Fe_2O_3, SiO_2, Cr_2O_3 и др. высокое), что требует дополнительных расходов на электроэнергию. Поэтому до настоящего времени отечественные ильменитовые концентраты отдельно (100 %-но) не применяются при электроплавке из-за их непригодности. До настоящего времени на казахстанском производстве титана используется только сатпаевский концентрат в качестве частичной добавки (30-50 % от массы шихты) к импортным ильменитовым концентратам (70-50 %), привезенным в основном из Украины, что требует также дополнительных расходов на покупку и транспортировку импортного сырья.

При добавке флюсующих материалов к ильменитовым концентратам появляется возможность значительно снизить температуру расплавления шихты из сатпаевского концентрата и использовать чистого отечественного ильменитового концентрата при производстве титановых шлаков. При этом, в известных на мировой практике способах флюсовой плавки в качестве флюсующих материалов

использовали в основном оксиды Ca, Mg и Mn или хлориды щелочных и щелочноземельных металлов в сравнительно большом количестве, в результате чего, полученные титановые шлаки характеризуются с высоким содержанием примесных элементов и становятся непригодными к дальнейшему хлорированию. Из-за указанных недостатков эти способы не получили широкое применение при получении титановых шлаков из тугоплавких ильменитовых концентратов в производственном масштабе.

Отсутствие эффективной технологии получение титанового шлака из местного низкосортного сырья вынуждает разработать инновационную технологию получения титанового шлака из отечественных низкосортных и тугоплавких ильменитовых концентратов с использованием новых флюсующих добавок. Нами было предложено разработать технологию получения титанового шлака, пригодного для дальнейшего хлорирования при производстве губчатого титана, из местного сырья с использованием новых флюсующих добавок на основе нитридов Al, Ca, B, C на существующей производственной площадке АО «УК ТМК» с использованием имеющихся технологических узлов и оборудований. Новые флюсующие добавки способствуют снижению температуры плавления шихты, вязкости и электропроводности расплава, тем самым приводит к лучшему разделению продуктов плавки на отдельные фазы и повышению степени извлечение железо в чугун, которые приводят к снижению расхода электроэнергии при электроплавке и улучшить технико-экономические показатели процесса.

Цель работы – разработка инновационной технологии получения титановых шлаков из отечественных низкосортных и трудновосстановимых ильменитовых концентратов с новыми флюсующими добавками на основе оксидов и нитридов Al, Ca, B.

Методика проведения работы .

Для проведения экспериментов в области экстремума брали ильменитовый концентрат Сатпаевского месторождения следующего исходного состава, % мас.: TiO_2 - 49,65; FeO - 16,77; Fe_2O_3 - 26,46; SiO_2 - 4,5; Al_2O_3 - 1,15; Cr_2O_3 - 0,10; MgO - 0,20; MnO - 0,35; CaO - 0,3; прочие – 0,52. Лабораторные опыты в области экстремума были проведены в высокотемпературной трубчатой печи Nabertherm RHTH 120/150/..1600 вертикального режима, оснащенной термопарой типа B, отделенным от печи блоком мощности с низковольтным трансформатором, тиристорным контроллером и распределительным устройством.

Результаты и их обсуждение

В результате эксперимента был проделан 112 плавок. Во всех пробах исходная масса концентрата составляло 40 гр. Расходы антрацита (восстановителя) и флюса брали в заданных количествах – 10-14% и 3-6% от массы концентрата, соответственно. При добавке оксидов алюминия, кальция и бора в продукте уже в области минимума были обнаружены мелкие корольки железа, которые не соединились друг с другом. При увеличении температуры и времени выдержки до максимума корольки железа чуть-чуть увеличились, но полностью не соединились. При этом степень восстановления железа в чугун составляло от 85 до 92,3 %. При добавке оксида алюминия и в области максимума, и в области минимума наблюдались образование вязкого расплава, что сильно помешало полному разделению железо в чугун. Среди указанных оксидов, предпочтение отдается оксиду бора, поскольку при этом плавка прошла в спокойном режиме, и полученные результаты даже в области минимума были более удовлетворительными. Необходимо отметить, что увеличение расхода восстановителя до максимума приведет к образованию карбида титана уже при температуре 1550 ^{0}C. При этом наблюдались незначительное вспенивание расплава. Также, при добавке указанных флюсов содержание TiO_2 в шлаке не увеличились, это объясняется тем, что флюсующие оксиды замещают в шлаке оксиды железо. При добавке нитридов алюминия, кальция и бора в области минимума были обнаружены достаточно большие корольки железа в продукте. Обнаружено, что увеличение продолжительности процесса до максимума лучше способствует к увеличению размеров корольков, чем увеличение температуры до максимума (т.е. особых изменении при высоких температурах не обнаружены). При плавке с нитридом бора и CNB на дне тигля были обнаружены достаточно большие слитки металла (чугуна), который хорошо разделялся от шлака, не соединенные друг с другом мелкие корольки не обнаружены. Таким образом, выявлено, что добавка нитрида бора и CNB способствуют лучшему разделению шлаковой и металлической фаз, чем остальные нитриды. При этом степень восстановления железо в чугун составляло до 98%, а содержание FeO в шлаке

было3,2-4,2 %. В результате были сделаны выводы о том, что добавка указанных материалов в виде флюса по-разному влияет на степень восстановления и разделение железо в виде отдельной фазы (в виде чугун). Для полноты этих процессов можно увеличить время выдержки до максимума, но не температуру. Поскольку при добавке указанных флюсов температура процесса несколько снижается по сравнению с плавкой без добавки флюсов. Кроме этого, обнаружено, что при добавке указанных флюсов сокращается расход восстановителя, т.е. добавка к шихте антрацита в области максимума приводит к вспениванию, образованию вязких шлаков и повышению содержания в шлаке тугоплавкого карбида титана. Полученные результаты опытов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. **Плавка ильменитового концентрата с добавкой B_2O_3- 1600 °С**

Поступило материалов	*Всего, г*	*Ti*	*Fe*	*Si*	*Al2O3*	*MgO*	*CaO*	*C*	*B2O3*
Ильменитовый концентрат	100	27,8	32,6	2,1	1,15	0,2	0,3	0	0
Антрацит	12	0	0,042	0,084	0,072	0,024	0,042	10,452	0
Воздух	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Флюс	6	0	0	0	0	0	0	0	5,88
ИТОГО	*121*	*27,8*	*32,64*	*2,184*	*1,222*	*0,224*	*0,342*	*10,452*	*5,88*
Получено продуктов	*Всего,г*	*Ti*	*Fe*	*Si*	*Al_2O_3*	*MgO*	*CaO*	*C*	*B_2O_3*
Шлак	60,602	27,73	1,641	1,941	1,191	0,218	0,328	0,515	5,97
Извлечение, %	99,75	5,03	88,87	97,43	97,54	95,94	4,93	101,5	
Чугун	32,999	0,202	31,01	0,05	0	0	0	1,416	0
Извлечение, %	0,73	95	2,31	0	0	0	13,54	0	
Газы	24,84	0	0	0	0	0	0	7,93	0
Извлечение, %	0	0	0	0	0	0	75,87	0	
Пыль	2,179	0,178	0,173	0,115	0,026	0,005	0,01	0,349	0,007
Извлечение, %	0,64	0,53	5,25	2,15	2,1	2,89	3,34	0,11	
ИТОГО	*120,62*	*28,109*	*32,82*	*2,106*	*1,217*	*0,223*	*0,338*	*10,21*	*5,977*
Невязка	-0,38	0,309	0,182	-0,078	-0,005	-0,001	-0,004	-0,242	0,097

Таблица 2. **Плавка ильменитового концентрата с добавкой CNB- 1600 °С**

Поступило материалов	*Всего, г*	*Ti*	*Fe*	*Si*	*Al_2O_3*	*MgO*	*CaO*	*C*	*CNB*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ильменитовый концентрат	100	27,8	32,6	2,1	1,15	0,2	0,3	0	0
Антрацит	12	0	0,042	0,084	0,072	0,024	0,042	10,452	0
Воздух	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Флюс	3	0	0	0	0	0	0	1,026	0,852
ИТОГО	*118*	*27,8*	*32,642*	*2,184*	*1,222*	*0,224*	*0,342*	*11,478*	*0,852*
Получено продуктов	*Всего, г*	*Ti*	*Fe*	*Si*	*Al_2O_3*	*MgO*	*CaO*	*C*	*CNB*
Шлак	54,261	27,751	1,919	1,756	1,172	0,215	0,32	0,458	0,872
Извлечение, %		99,82	5,88	80,42	95,93	96,1	93,64	3,99	102,34
Чугун	32,552	0,215	30,631	0,149	0	0	0	1,369	0

Выводы. Впервые в укрупнено-лабораторных условиях доказано возможность получения стандартного титанового шлака (TiO_2 77-80%) с пониженным содержанием оксидов железа (4,3-6,5%) из низкосортных и трудновосстановимых ильменитовых концентратов с добавкой новых флюсов на основе нитридов Al, B и C. В качестве углеродистого восстановителя использовали антрацит в количестве, необходимого только на восстановления оксидов железа (8% от массы концентрата), не потребовалось избыток восстановителя на доводку шлака. В качестве флюсующей добавки брали нитрид алюминия, нитрид бора, карбонитрид бора и алюмонитрид бора в количестве 0,5% и 1% от массы концентрата. Определены лучшие результаты: при добавке карбонитрида бора в количестве 0,5 и 1% от массы концентрата; при добавке нитрида алюминия в количестве 0,5 % от массы концентрата; при добавке нитрида бора и алюмонитрида бора в количестве 1% от массы концентрата.

Установлено, что при добавке новых флюсов на основе нитридов Al, B и C на шихту электроплавки низкосортных и трудновосстановимых ильменитовых концентратов за счет снижения вязкости, электропроводности расплава появляется возможность улучшить технические показатели процесса электроплавки, а именно, сокращается продолжительность на 1-1,5 часа, температура процесса до 1500-1600 ^{0}C, и соответственно, снижается расход электроэнергии на 15-20 %;

ЛИТЕРАТУРА

[1] Шаяхметов Б.М., Худайбергенов Т.Е., Чайковский С.Н. Основные вехи развития научно-технического прогресса на Усть-Каменогорском титано-магниевом комбинате (1965-1995 гг.) .–Алматы: ИИА «Айкос», 1998.–62 с.

[2] Селифонов Е. Минерально-сырьевая база титановой промышленности Казахстана // Минеральные ресурсы Казахстана.–2005.–№ 10-11.–С.22-29.

[3] Байбеков М.К., Попов В.Д., Чепрасов И.М. Производство четыреххлористого титана. -М.: Металлургия, 1987.- 128с.

[4] Денисов С. Е. Электротермия титановых шлаков.–М.: Металлургия, 1970.–168с.

[5] Резниченко В.А., Рапопорт М.Б., Ткаченко В.А. Металлургия титана. Исследование электроплавки титановых шлаков. –М.: Изд. АН СССР,1963.–200с.

[6] Резниченко В.А., Соломаха В.П. Исследования процесса хлорирования титановых шлаков // Металлургия и химия титана. Титан и его сплавы: сб. трудов.–М.: Изд. АН СССР, 1961.–Вып. V.–С.102-114.

[7] Уласюк С.М., Павлов А.В., Кантемиров М.Д., Онаев М.И. и др. Электромагнитное обескремнивание ильменитового концентрата Сатпаевского месторождения // КИМС.–2002.–№6.–С.39-41.

[8] Кантемиров М.Д. Особенности обжиг-магнитного обогащения ильменитов разной степени измененности // Промышленность Казахстана.–2004.–№1.–С.63-65.

Ж.А. Алыбаев, Л.Т. Бошкаева, Б.С. Баимбетов, Д.А. Садибеков, Д.А. Толеген

Использование новых флюсующих добавок на основе нитридов AL, CA, B, с при получений титановых шлаков из отечественных низкосортных и трудновосстановимых ильменитовых концентратов

Түйіндеме. Төменсапалы және қиынтотықсызданатын ильменитті концентраттардан титанды шлак алу тәжірибесінде жаңа флюсті қоспа ретінде Al, Ca, B, C нитридтері алғаш рет қолданылуда (көрсетілген қоспалар титанды шлак өндірісінде электрбалқыту шихтасына қосылатын флюс ретінде бұрын қолданылмаған). Жүргізілген кешенді зерттеулер нәтижесінде алғаш рет жаңа флюстеуші қоспалардың балқыма құрамы мен қасиеттеріне, электрбалқыту процесінің көрсеткіштеріне және алынған титанды шлактың ары қарай хлорлау процесіне жарамдылығына әсері зерттелді. Сонымен қатар, электрбалқыту кезінде шихтаның балқу температурасын төмендету, балқыманың тұтқырлығы мен электрөткізгіштігін төмендету бойынша жаңа теориялық және тәжірибелік мәліметтер алынды және осылардың негізінде отандық төменсапалы ильменитті концентраттардан титанды шлак алудың инновациялық технологиясы жасақталды.

Түйінді сөздер: ильменитті концентрат, флюсті материал, тотық, нитрид, температура, тотықсыздандырғыш, ұзақтық, электробалқыту, титанды шлак, тұтқырлық, хлорлау, электрөткізгіштік, аппараттық-технологиялық схема

Ж.А. Алыбаев, Л.Т. Бошкаева, Б.С. Баимбетов, Д.А. Садибеков, Д.А. Толеген

Использование новых флюсующих добавок на основе нитридов AL, CA, B, с при получений титановых шлаков из отечественных низкосортных и трудновосстановимых ильменитовых концентратов

Summary. As the additive flux, slag and titanium concentrates in the practice of obtaining new trencavel iistatistical ilmenit Al, Ca, b, C nitrider first used (as a flux in the production of titanium slag in the mixture to be included in such electralyte of sitesine unused). The result of the complex studies for the first time flusters impurities, the composition and properties of the melt, the slag obtained in the chlorination process titanium and investigated the influence of indicators of the suitability of the process electralyte on. In addition, when electralyte reducing the temperature of melting, alloys on their basis of obtained theoretical and practical information on viscosity and reduce electrtc domestic and developed innovative technology for producing titanium concentrates trencavel ilmenite slag.

Key words: ilmenit concentrate, fluxing material, oxide, nitride, temperature, reducing agent, duration, electrofusion, titanium slag viscosity chlorination apparatus- flowsheet electroconductivity

УДК 669.3.04:669.21/.23/.8

Мазулевский Е.А., Ковзаленко Т.В., Сыдыков А.О.,
Бердикулова Ф.А., Сейтханов Б.А.
(РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья РК»,
Алматы, Республика Казахстан bolisbek@mail.ru)

ПЛАВКА ЗОЛОТО–МЫШЬЯКОВОГО КОНЦЕНТРАТА С ОСМИЙ, – РЕНИЙСОДЕРЖАЩИМИ КЕКАМИ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В связи с истощением месторождений легко извлекаемого золота являются актуальными исследования по переработке упорных золотосодержащих руд. В статье приведены результаты лабораторных исследований по переработке упорных золотомышьяковых концентратов совместно с осмий, - ренийсодержащими промпродктами (кеками) медного производства. Показано, что отдельные партии кеков различаются по элементному и фазовому составам, а также по содержанию в них осмия, рения и углерода. В связи с этим проведены эксперименты по оптимизации параметров плавок каждого из кеков (расход кокса, температура и длительность плавки, скорость нагрева шихты). При соблюдении близких к оптимальным параметров плавки достигнуто извлечение рения в шлак 93,5 – 99%, а осмия в сплав 68 – 99%. Проведены эксперименты по плавке двух из 15ти кеков с двумя различными золотосодержащими концентратами. Установлено, что извлечение золота, осмия и рения сильно зависит от элементного и фазового составов как кеков, так и золото-мышьяковых концентратов и может быть оптимизировано подбором этих материалов. Извлечение рения в шлак составило 99,37%, осмия в сплав 85,9%, золота в сплав 87,42%. Термогравиметрические исследования прояснили механизм протекающих реакций.

Ключевые слова: золотомышьяковый концентрат, осмий,-ренийсодержащий кек, восстановительная плавка, шлак, сплав.

В последние годы значительно снизилась доля золота, извлекаемого традиционным методом, включающим стадии цианирования руд и концентратов, сорбцию золота из цианидных растворов на активированном угле или ионообменной смоле, десорбцию его тиомочевинным раствором и электролитическое осаждение из тиомочевинных растворов на катодах. При этом в Республике Казахстан, как и во всем мире, имеются большие месторождения, руды и концентраты которых очень плохо поддаются цианидному выщелачиванию. В этих рудах золото ассоциировано с сульфидными минералами (упорные руды), переработка которых сложна и многостадийна [1].

Существуют углисто – мышьяковистые сульфидные руды, в которых кроме тонкой вкрапленности золота в арсенопирит и пирит присутствует большое количество углеродистых веществ, мешающих извлечению золота в раствор в случае их цианирования [2]. Наиболее крупное месторождение в Казахстане руд двойной упорности – это «Бакырчик», характеризующийся наиболее сложной для переработки рудой [3].

Измельченные упорные руды обычно подвергают флотационному обогащению с получением сульфидных флотоконцентратов. Обзор способов переработки упорных золотосодержащих руд и концентратов приведен Болотовой Л.С. в [3]. Наиболее простым и дешевым из них является плавка концентрата с основным материалом на свинцовых или медеплавильных заводах. Однако при концентрации мышьяка во флотоконцентрате более 2% сильно снижается качество основного металла, что ограничивает широкое применение этой технологии.

С целью повышения экономической эффективности данного способа нами предложено плавить золотомышьяковый концентрат совместно с осмий, -ренийсодержащими промпродуктами медного производства (пылями, шламами, кеками) [4].

Процесс пирометаллургической переработки свинцового сернокислотного шлама или кека с натриевыми солями и углеродсодержащим восстановителем достаточно хорошо изучен [5-7] и опробован в опытно-промышленном масштабе. В [7] показано, что элементарный и фазовый составы кеков, полученных при разных технологических параметрах, сильно варьируют. Очевидно, что режимы плавки различных кеков должны соответствовать их элементному и фазовому составов. Оптимизации параметров плавки различных кеков и переработке их с золотосодержащими мышьяковистыми концентратами и посвящена настоящая статья.

Плавку вели в шахтной печи в алундовых тиглях, навеска кека составляла 50 – 100г., расход Na_2SO_4 – 30%, а расход кокса варьировал от 2,5 до 9% от количества кека. Температуру в шихте и в расплаве измеряли хромель-алюмелиевыми термопарами, анализ исходных веществ и продуктов реакций выполняли в аттестованной физико-аналитическом лаборатории РГП «НЦ КПМС РК» на современной аппаратуре. В процессе плавки получается свинцовый сплав, шлак и в некоторых случаях тугоплавкая фракция.

Для исследования взято 15 различных кеков. Температура и длительность плавок в основном зависят от концентрации шлакообразующих элементов (Fe, Ca, Si, Al). Содержание железа и кремния в кеках отражено в таблице 1. Содержание кальция и алюминия коррелирует с содержанием железа и изменяется в пределах: Ca – 0,05 – 1,09%; Al – 0,08 – 0,57%. Легколетучие элементы (Na, K, Zn, As, Se, Bi, P, Mg) слабо отражаются на процессе плавки и концентрация их в кеках незначительна. На полноту реакций восстановления и потери рения и осмия с газами влияют соединения серы, содержание которой в кеках также приведено в таблице 1. Изменяется в кеках содержание свинца и его соединений (таблица 2), что также оказывает влияние на процесс плавки, извлечение рения в шлак и особенно осмия в свинцовый сплав. Концентрация Os, Re и общего углерода приведена в таблице 3.

В результате большого числа экспериментов опытным путем установлены близкие к оптимальным условия плавок для каждого из 15 кеков, представленные в таблице 4.

Анализ приведенных в таблицах данных показывает, что с увеличением в кеках количества карбонатов, оксидов и сульфатов свинца возрастает расход кокса, идущего на их восстановление. При этом следует учитывать наличие в кеках углеродсодержащих органических примесей. Температура плавки шихты растет с увеличением в кеках количества шлакообразующих (Fe, Ca, Si, Al). Длительность плавки определяется несколькими факторами: количеством шлакообразующих, а также сульфата, оксида и сульфида свинца. Скорость нагрева шихты зависит от концентрации в кеках карбонатов и сульфатов свинца. При повышении в кеках содержания $PbCO_3$ и $PbSO_4$ скорость нагрева шихты должна быть невысокой для предотвращения пенообразования и снижения потерь рения и осмия с выделяющимися газами CO_2 и SO_2. При этом разложение $PbCO_3$ идет в области температур 300°С, а реакции с участием $PbSO_4$ – при 900 и более °С. Соотношение массы сплава к массе шлака определяется количеством свинца в кеках.

Наличие тугоплавкой фракции в расплаве коррелирует с температурой плавки и количеством в кеках Fe и Si. Тугоплавкая фракция содержит очень мало рения и осмия (соответственно 0,002 и 0,0004мг/г), поэтому ее можно считать отвальным продуктом.

Извлечение рения в шлак для большинства кеков находится в пределах 84 – 99%, содержание рения в шлаках достигает 12мг/г.

Таблица 1. **Химический состав редкометальных промпродуктов (кеков)**

№	Массовая доля элементов, %			
	Pb	$S_{общ}$	Fe	Si
1	45,47	11,5	1,10	4,45
2	40,93	12,40	1,01	4,31
3	59,38	13,1	0,82	0.39
4	56,8	14,24	0,67	0,55
5	57,47	13,28	0,269	0,38
6	56,27	13,82	0,27	0,55
7	58,61	13,38	0,12	0,27
8	62,91	6,89	0,18	0,15
9	62,64	9,28	0,20	0,13
10	63,69	9,99	0,14	0,11
11	61,61	12,25	0,12	0,31
12	59,51	11,98	0,68	0,19
13	63,95	10,15	0,12	0,20
14	63,17	10,43	0,08	0,14
15	40,21	13,18	2,30	2,38

Таблица 2. **Процентное содержание соединений свинца в кеках**

№ кека	$PbSO_4$	PbO	$PbCO_3$	$Pb_{мет}$	PbS	$Pb_{нераст.}$	Сумма соед. свинца	Прочих
1	53,60	2,03	35,57	1,04	0,63	Сл.	62,87	7,13
2	42,84	1,63	26,2	2,29	3,02	4,99	60,97	19,03
3	63,94	2,21	14,3	1,8	1,25	1,14	84,64	15,36
4	36,79	1,98	22,87	2,03	1,33	10,0	75,00	25,00
5	65,46	2,68	12,27	1,45	2,08	0,31	82,80	17,20
6	44,41	0,26	21,93	1,87	1,76	0,21	70,44	29,56
7	58,61	3,94	20,25	1,04	0,92	0,72	85,48	14,52
8	67,74	4,09	18,14	0,63	0,99	0,31	91,9	8,10
9	66,26	7,56	13,7	2,01	0,16	Н.о.	89,65	10,35
10	59,38	4,74	22,61	1,87	1,15	0,21	89,96	10,04
11	61,65	4,7	14,7	3,0	1,92	1,14	87,11	12,89
12	77,64	2,71	5,80	0,84	Сл.	Н.о.	86,15	13,85
13	55,57	9,75	21,36	0,94	0,99	Сл.	88,61	11,39
14	75,36	4,49	9,93	0,52	1,07	0,16	91,54	8,46
15	51,64	0,11	19,58	0,72	4,09	-	76,14	23,88

Таблица 3. **Содержание осмия, рения и общего углерода в кеках**

№	Os, г/т (%)	Re, г/т, (%)	$C_{общий}$, %
1	47 (0,0047)	1810 (0,1810)	6,58
2	30 (0,0030)	1760 (0,1760)	9,61
3	33 (0,0033)	1226 (0,1226)	5,59
4	40 (0,0040)	1720 (0,1720)	7,76
5	32 (0,0032)	1720 (0,1720)	7,42
6	57 (0,0057)	2940 (0,2940)	9,63
7	38 (0,0038)	1360 (0,1360)	6,39
8	31 (0,0031)	494 (0,0494)	4,05
9	46 (0,0046)	1170 (0,1170)	4,45
10	42 (0,0042)	960 (0,0960)	4,42
11	49 (0,0049)	1850 (0,1850)	5,54
12	34 (0,0034)	1450 (0,1450)	3,95
13	29 (0,0029)	494 (0,0494)	3,88
14	26 (0,0026)	440 (0,0440)	3,88
15	39 (0,0039)	2260 (0,2260)	5,30

Таблица 4. **Условия и результаты плавок различных кеков**

№ кека	Расход кокса, %	Температура, °С	Длительность, мин	Скорость нагрева, °С/мин	$m_{спл.}/m_{шл}$	Тугоплав. фракция, % от $m_{кека}$	Извлечение, %	
							Re в шлак	Os в сплав
1	4,4	1170	30-40	5	1,1	До 15	96,6	68,0
2	3,6	1150	30-40	5	1,1	До 5	93,5	77,0
3	5,6	1140	20	6-8	1,8	До 3	97,0	89,0
4	5,2	1100	20	8	1,5	До 2	98,0	До 90,0
5	5,0	1100	20	8	1,5	1-2	99,0	До 90,0
6	5,0	1100	20	8	1,5	1-2	До 99,0	До 89,0
7	7,0	1040	30-40	7	1,6	-	До 99,0	До 92,0
8	5,8-6,2	1050	20	6	1,8	-	До 99,0	До 90,0
9	5,0	1050	30	8-9	1,9	-	До 99,0	До 91,0
10	7,0	1100	30	6-7	1,9	До 2	До 92,0	До 99,0
11	5,4-5,6	1060	30-60	7-8	1,6	2-4	До 95,0	До 99,0
12	5,9	1070	30-40	6	1,6	2-3	До 96,0	До 98,0
13	7,0-9,0	1100	20	10	1,8	4	До 92,0	До 99,0
14	6,0	1050	15	6	1,7	3	До 99,0	До 80,0
15	4,2	1050-1100	40	6-7	1,2-1,5	2-20	До 99,0	До 89,0

Из выше изложенного вытекают следующие выводы:

1. Извлечение осмия более всего зависит от режимов плавки.
2. Кеки с малым содержанием шлакообразующих (Fe, Ca, Si, Al) позволяют вести плавку при более низких температурах, что снижает потери осмия с газами.
3. При соблюдении соответствующей скорости нагрева содержание карбоната свинца мало влияет на извлечение рения и осмия.
4. Большая концентрация в кеках карбоната, оксида и сульфата свинца требует большого расхода кокса.
5. Для успешной пирометаллургической переработки различных партий кеков необходим элементный и фазовый анализ этих кеков.

При проведении поисковых экспериментов по плавке золотосодержащих концентратов с осмий, - ренийсодержащими кеками нами использовался концентрат №1 (таблица 5) и кек №15 (таблицы 1-3). Температура плавки 1150°С, длительность плавки 60 минут. Для улавливания из газовой фазы соединений осмия отходящие газы пропускали через ловушку с 20% - ным раствором щелочи. Результаты экспериментов представлены в таблице 6. В процессе плавки образуется черная тугоплавкая стеклообразная фракция, которой мы дали название «стекло».

Таблица 5. **Элементный состав золотомышьяковых концентратов**

№	г/т		Массовая доля элементов, %									
	Au	Ag	As	Cu	Zn	Co	S	Fe	CaO	MgO	SiO_2	Al_2O_2
1	50,9	89,0	14,2	0,4	0,55	0,06	9,7	18,3	16,8	1,3	20,4	5,1
2	72,0	9,0	7,7	-	0,06	-	-	15,9	0,7	0,5	39,0	9,8
Содержание Ni, Sb, Pb, Sn 0,04 – 0,06%; Cd, Bi, Se, Te 0,001%												

Количество стекла при плавке соответствует количеству образующих тугоплавкие шлаки оксидов железа, кальция, кремния, алюминия. Кроме того наблюдались большие потери с газами осмия. Значительная часть мышьяка также переходила в газовую фазу. Анализ табличных данных показывает, что при увеличении в шихте доли золотосодержащего концентрата снижается извлечение осмия в свинцовый сплав, а рения в шлак. Содержание золота в свинцовом сплаве и извлечение его несколько возрастает (от 79,02 до 87,42% соответственно).

Таблица 6. **Условия и результаты поисковых экспериментов с концентратом №1 и кеком № 15**

№	Загружено, г	Получено, г	Извлечение, %			
			Au	As	Re	Os
1	Кек 50	Сплав 20,3	79,02	2,22	0,00	85,38
	Сульфат 15	Шлак 15,3	12,95	15,07	97,18	0,00
	Кокс 2	Стекло 22,8	4,15	3,00	1,82	0,00
	Конц-т 10	Газы	3,88	79,71	1,00	14,62
2	Кек 50	Сплав 21,2	80,67	1,70	0,00	81,50
	Сульфат 15	Шлак 14,2	7,38	7,40	93,38	0,00
	Кокс 2	Стекло 25,7	11,0	2,00	4,32	0,00
	Конц-т 15	Газы	0,95	88,90	2,3	18,50
3	Кек 50	Сплав 22,4	82,68	1,80	0,00	78,74
	Сульфат 15	Шлак 13,0	7,00	8,50	90,50	0,00
	Кокс 2	Стекло 28,4	10,2	1,89	8,00	5,00
	Конц-т 20	Газы	0,12	87,81	1,5	16,26
4	Кек 50	Сплав 23,0	84,44	2,60	0,00	74,21
	Сульфат 15	Шлак 10,2	3,08	8,95	87,65	0,00
	Кокс 2	Стекло 31,9	9,48	2,00	11,25	0,00
	Конц-т 25	Газы	3,00	86,45	1,1	25,79
5	Кек 50	Сплав 23,7	87,42	2,70	0,00	73,80
	Сульфат 15	Шлак 9,2	2,5	8,80	83,73	0,00
	Кокс 2	Стекло 39,0	9,5	2,20	13,23	0,00
	Конц-т 30	Газы	0,58	86,30	3,04	26,20

Учитывая тот факт, что цены на осмий значительно выше, нежели на золото, а при увеличении доли золотого концентрата в шихте извлечение осмия в свинцовый сплав уменьшается, на втором этапе исследований содержание золотого концентрата в шихте снизили до 10-20%. Кроме того для экспериментов был взят кек №7 (таблицы 1-3) с меньшим содержанием повышающих температуру плавления элементов (Fe, Mn, Al, Ca, Si) и более благоприятным соотношением соединений свинца. Это позволило снизить температуру плавки до 1100^0C и длительность до 40 минут. Исследования второго этапа проводили с концентратом №2, результаты – в таблице 7.

В опыте 4 использовали огарок (концентрат, обожженный при температуре 750^0C в течение 2 часов). В результате обжига концентрация мышьяка в материале снизилась с 7,74 до 0,3%, что позволило получить в ловушке установки осмийсодержащий раствор без примеси мышьяка. Содержание основных металлов (Au, Ag, Os, Re) в продуктах плавки изменилось незначительно.

Таблица 7. **Плавка осмий,-ренийсодержащего кека №7 с золотомышьяковым концентратом №2**

№	Загружено, г	Получено, г	Извлечение, %				
			Au	Ag	As	Re	Os
1	Кек 70	Сплав 42	77,83	73,33	9,74	0,00	89,50
	Сульфат 21	Шлак 17,5	15,88	19,44	15,07	99,37	0,00
	Кокс 4,9	Стекло 13,1	3,19	0,00	26,02	0,16	0,12
	Конц-т 7	Газы	3,10	7,23	49,17	0,57	10,38
2	Кек 50	Сплав 28,1	78,85	74,93	4,12	0,00	86,99
	Сульфат 15	Шлак 11,7	13,22	15,60	11,57	98,87	0,40
	Кокс 3,5	Стекло 13,6	3,87	0,00	19,10	0,00	0,00
	Конц-т 7,5	Газы	4,06	9,47	65,21	1,13	12,61
3	Кек 50	Сплав333,7	79,89	82,38	3,30	0,00	85,22
	Сульфат 15	Шлак 8,7	8,76	0,00	9,24	97,90	0,00
	Кокс 3,5	Стекло 12,0	8,02	14,66	12,31	0,00	0,14
	Конц-т 10	Газы	3,33	2,96	75,5	2,10	14,64
4	Кек50	Сплав 22,0	76,39	76,38	-	0,00	78,50
	Сульфат 15	Шлак 12,7	12,13	19,84	-	92,96	0,60
	Кокс 3,5	Стекло 14,0	9,72	0,00	-	2,06	0,00
	Огарок 6,4	Газы	1,59	3,77	-	4,98	20,90
Примечание. Опыт №4 проведен с огарком от обжига золотомышьякового концентрата							

Выполнен термогравиметрический анализ образца (золотосодержащий концентрат+Кек +Na_2SO_4+кокс). При динамическом нагреве образец дает в пределах 60-1000°C серию эндотермических реакций и одно явно выраженное экзотермическое проявление с тремя экстремумами при 400, 440 и 470°C. Реакции, связанные с поглощением тепла, преимущественно сопровождаются потерей веса, вызванного выбросами из системы H_2O, OH, CO_2 и частично SO_2. Дегидратация компонентов пробы протекает в три этапа – два в интервале 60-205°C (удаление H_2O) и один в промежутке 205-370°C (удаление OH). Кинетика обезвоживания компонентов пробы весьма схожа с диссоциациями глинистого включения (выбросы 3,0% (H_2O) и 0,5% (OH)) и с разложением гетита (FeO·OH), который выносит из системы в виде гидроксила 1,7% своей массы. Из стехиометрической формулы монтмориллонита и результатов обезвоживания искомой пробы, следует, что количество предполагаемого глинистого включения в ней оценивается, как ~13%. То же самое следует из сопоставления количества OH в структуре FeO·OH с результатами потери ею воды при нагревании, которое приводит к последующему содержанию гетита в пробе – 8,9%.

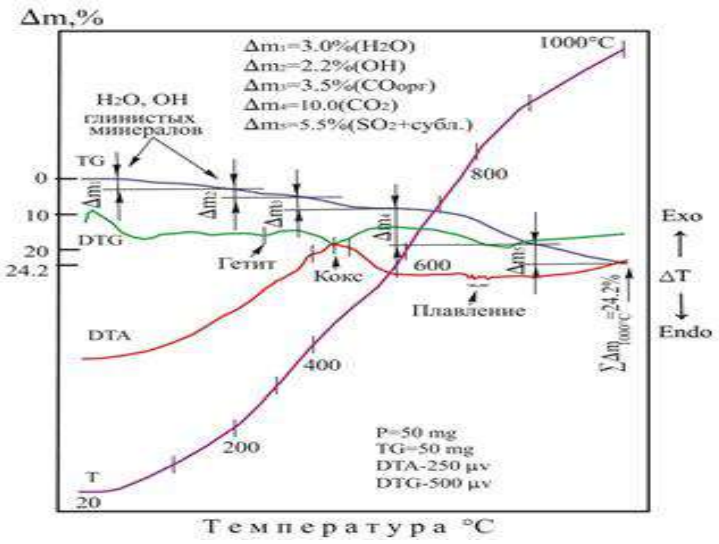


Рис. 1. Дериватограмма образца
(Золотосодержащий концентрат +кек+Na_2SO_4+кокс)

Присутствие в системе доломита и кальцита носит также предположительный характер. Однако есть факторы в пользу содержания этих минералов в составе образца. Так реакция эндотермической направленности обнаружена именно в тех пределах температур, где осуществляется деструкция указанных карбонатов, и именно их диссоциация приводит к искривлениям кривых, характерных для этих карбонатов. Согласно термогравиметрическим данным (таблица 8) изучаемая система теряет в интервале 470-900°С 10% веса, обусловленного выходом из нее CO_2 и частично SO_2, являющихся элементами структур соответственно карбонатов и сульфатов свинца и натрия. По ориентировочным данным 5% потерянного веса (из 10%) в этом промежутке температур связаны с разложением доломита и кальцита, что соответствует содержаниям их в пробе соответственно 5 и 5,5%. Экзотермический эффект, обнаруженный кривой DTA в промежутке 370-580°С, вызван термическим окислением кокса. На фоне термического проявления этого углистого вещества, кроме собственного эффекта сгорания органических веществ при 440°С, обнаружены еще два вписанных пика с вершинами при 400 и 470°С. Согласно их конфигурациям эти эффекты могут принадлежать реакциям разложения каких то сульфитов, возможно вновь образованных.

Таблица 8. **Термогравиметрические параметры образца**
Δm_1=3,0%(H_2O)
Δm_2=2,2% (OH)
Δm_3=3,5%($CO_{орг}$)
Δm_4=10,0% (CO_2)
Δm_4=5,5% (S+сублимация)

$\sum\Delta m_{1000°C}$=24,2%

Номенклатура летучих компонентов, образованных при прокаливании образца, занесена в таблицу 9.

Таблица 9
H_2O=3,0%
OH=2,2%
$CO_{орг}$=3,5%
CO_2=10,0
S+сублимация=5,5%

$\sum\Delta m_{1000°C}$=24,2%

Выявленные термическим анализом минеральный и вещественный составы образца, представлены в таблице 10.

Таблица 10
Гетит – 8,9%
Глинистое включение ~13%
$CO_{орг}$+ – 3,5%
Кальцит ~11%
Доломит ~10%
Сульфидные образования ~10%
Термически инертные вещества >45%

Помимо химических процессов преобразования, протекающих в нагреваемой системе, DTA-кривая фиксирует в интервале 760-840°С три слабо развитые эндотермические проявления. Поскольку замеченные эффекты не влекут за собой каких-либо изменений веса образца, то они вызваны физическим родом реакций – плавлением металлических включений.

Выводы

Проведены эксперименты по оптимизации плавки пятнадцати образцов осмий,-ренийсодержащих свинцовых кеков различного элементного и фазового составов.

Показано, что с увеличением в кеках количества карбонатов, оксидов и сульфидов свинца повышается расход кокса для восстановления этих соединений. Расход кокса находится в пределах 3,6-9,0% от массы кека, при этом должно быть учтено количество общего углерода, присутствующего в каждом кеке.

Температура плавки шихты растет с повышением в кеках концентрации шлакообразующих элементов, Fe, Ca, Si, Al, и находится в пределах 1040-1170^{0}С.

Количество образующейся тугоплавкой фракции в расплаве (стекла) зависит от концентрации в кеках железа и кремния и может достигать 20% от массы кека. При этом концентрация рения и осмия в стекле очень мала (0,002 и 0,0004мг/г соответственно), что позволяет считать стекло отвальным продуктом. Оптимальная скорость нагрева шихты определяется содержанием в кеках карбонатов и сульфатов свинца.

Кеки с малым содержанием шлакообразующих (Fe, Ca, Si, Al) позволяют вести плавку при более низких температурах, это снижает потери рения и осмия с отходящими газами.

При соблюдении близких к оптимальным режимов плавки извлечение рения в шлак, а осмия в черновой свинец может достигать 92-99%, при этом поведение осмия требует более тщательного соблюдения параметров шихтоподготовки и плавки.

Проведены эксперименты по плавке двух различных осмий,-рениийсодержащих свинцовых кеков совместно с двумя видами золотосодержащих концентратов. Установлено, что извлечение золота, осмия и рения сильно зависит от элементного и фазового состава как осмий,-ренийсодержащих кеков, так и золотомышьяковых концентратов и может быть оптимизировано подбором этих материалов.

В экспериментах с имеющимся материалами при увеличении в шихте количества золотосодержащего концентрата с 10 до 60% от массы кека извлечение золота в свинцовый сплав возросло с 76,39 до 87,42%, извлечение осмия в сплав и рения в шлак достигло соответственно 89,5 и 99,37%.

Переход мышьяка в газовую фазу составил от 49,17 до 88,9%.

В эксперименте с предварительно обожженным до содержания мышьяка 0,3% золотомышьяковым концентратом извлечение золота и осмия в свинцовый сплав составило соответственно 76,39 и 78,5%, а рения в шлак 92,96%.

Термогравиметрические исследования прояснили механизм протекающих в процессе восстановления реакций.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Лодейщиков В.В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд. В 2[x] томах. Иркутск, ОАО «Иргиредмет». 1999. – С.789.

[2] Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В. Металлургия благородных металлов. Изд-во «Металлургия». 1972, 368с.

[3] Шалгымбаев С.Т., Болотова Л.С., Джалалов Б. Гидрометаллургическая технология переработки углистых золотомышьяксодержащих сульфидных руд. Промышленность Казахстана. 1(82). 2014, с. 50 – 55.

[4] Патент РК №27199. Способ переработки свинецсодержащих материалов. Жарменов А.А., Сыдыков А.О., Мазулевский Е.А. и др.

[5] Патент РК №13820. Способ переработки свинецсодержащих материалов с извлечением рения и осмия. Жарменов А.А., Сыдыков А.О., Идрисова К.С. и др.

[6] Предпатент РК №39538. Способ переработки свинецсодержащих промпродуктов. Жарменов А.А., Сыдыков А.О., Мазулевский Е.А. и др.

[7] Сыдыков А.О., Мазулевский Е.А., Бердикулова Ф.А. и др. Изучение влияния состава свинцового кека на технологические показатели восстановительной плавки. Промышленность Казахстана. 2011, №8, с. 73 – 75.

Мазулевский Е.А., Ковзаленко Т.В., Сыдықов Ә.О., Бердіқұлова Ф.А., Сейтханов Б.А.

Алтынкүшән құрамды концентратты мыс өндірісінің осмийренийқұрамды қақтарымен бірге балқыту

Түйіндеме. Мақалада алтынкүшәнқұрамды концентраттан, осмийренийқұрамды қақтан, натрий сульфаты мен кокстан тұратын шихтаны балқытуды зерттеу нәтижелері көрсетілген. Балқыту режімдерінің оңтайлы жағдайлары ренийді қожға, осмий мен алтынды балқымаға бөліп алудың мүмкіндіктерін көрсеткен.

Негізгі сөздер: алтынкүшәнқұрамды концентрат, осмий-, ренийқұрамды қақ, тотықсыздандырып балқыту, қож, балқыма

Mazulevskiy E.A., Kovzalenko T.V., Sydykov A.O., Berdikulova F.A., Seitkhanov B.A.

Melting gold - arsenic concentrate with osmium - rhenium cake of copper production

Summary. Results of laboratory researches of melting of furnace charge from the gold -, arsenic containing concentrate, osmium -, rhenium containing cake, sodium sulfate and coke are given in article. Selection of the modes of melting has allowed to receive satisfactory extraction of rhenium in slag, and osmium and gold in a lead alloy.

Key words: gold -, arsenic containing concentrate, osmium -, rhenium containing cake, smelting reduction, slag, alloy.

ӘОЖ 66.074

А.М. Азимов[1], К.Т. Жантасов[1], М.И.Сатаев[1], А.Е. Ортаев[1], Т.А.Калдыкозов[2]

([1]М.Әуэзов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті

[2]«3-Энергоорталық» Акционерлік қоғамы)

1% ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫМЕН НИТРАТ, КАРБОНАТ ЖӘНЕ СУЛЬФАТ ТҰЗДАРЫМЕН ЛАСТАНҒАН ПОЛИМЕРЛІК МЕМБРАНАЛАРДЫ ХИМИЯЛЫҚ ЖАНДАНДЫРУ (РЕГЕНЕРАЦИЯЛАУ)

Андатпа. Жұмыста нитрат, карбонат және сульфат тұздарымен ластанған мембрана беттерін 1% тұз қышқылымен химиялық регенерациялау (жандандыру), және мембраналарды химиялық шаю кезінде қолданылатын негізгі технологиялық шешімдер қарастырылған. Мембраналар регенерациялары бойынша операциялар арасындағы бұрыс таңдалған аралықтар кезінде олардың тиімділігі төмендеп, мұндағы мембрана сипаттамаларының өзгерістері қайтымсыз түрде жүреді. Регенерация аралық кезеңнің ұзақтығы бастапқы су құрамына және кері осмос алдында оны дайындау технологияларына тәуелді. Егер, тұзсыздандырғыш аппараттар жұмысының тұрақтылығы олардың айына бір реттен кем емес кезеңдік шайылуы кезінде жүрсе, онда судың дайындалу сапасы жақсы деп саналады.

Кілтті сөздер: диффузия, мембраналар, тұзсыздандыру, тұз иондары.

Әлемде халық шаруашылығының түрлі салаларында суды тұзсыздандырудың мембраналық (кері осмостық) технологиясы кеңінен енгізілген. Кері осмостық технологияны пайдалану реагенттер қолданысының біршама шектелуін және тұзданған ақаба сулар шығарылымының кемуін қамтамасыз етеді [1].

Бірқатар кәсіпорындарда кері осмостық қондырғыларды өнеркәсіптік эксплуатациялау мембраналардың ауыр металл қосылыстарымен ластануға барынша сезімтал екендігін көрсетті. Мембраналар ластануы жұмыста іс-жүзінде суды тұзсыздандырудың иониттік сызбалары көрініс бермейтін өңделетін судағы коррозия өнімдерінің мөлшері кезінде көрініс береді. Бұл кезде кері

осмостық қондырғылар жұмысының технологиялық көрсеткіштерінің төмендеуі жылдам – бірнеше тәуліктен бірнеше айға дейінгі кезеңде орын алады.

Кері осмостық қондырғылардың тұрақты жұмысын қамтамасыз ету, олардың жұмыс істеу ресурсын ұзарту үшін келесі техникалық шешімдер қолданылады: ретентат камераларында суды қышқылдау, патрондық сүзгілерде суды терең сүзу, мембраналық модульдерге алдын-ала тазаланған немесе жұмсартылған суды беру, мембраналарды тазалаудың физика-химиялық әдістері, мембраналар арасында турбуленттегіш торларды пайдалану және мембраналарды химиялық тазарту.

Көрсетілген шешімдердің барлығы іс-жүзінде кемшіліктерге ие. Түсетін (құйылатын) су қысымы есебінен қондырғылар өнімділігін арттыруға ұмтылу ретентат ұяшықтарынан мембраналардың асқын қысылуын, өңделетін су ағыны таралуының бұзылуын және мембраналар ластануын тудырады. Ретентат мөлшерін 3 М pH-қа дейін қышқылдау реагенттер шығынын ұлғайтып, ретентаттың өңделу шарттарын қиындатады.

Кері осмостық аппараттарға жұмсартылған суды беру мембраналардың темір қосылыстарымен ластану мәселесін іс-жүзінде шешпейді. Дегенмен мембраналық қондырғыларды осылай қосу кері осмостың негізгі артықшылықтарының бірін – тұзданған ақаба сулар мөлшерінің кемуін іс-жүзінде жоққа шығарып, сонымен қатар сүзгілерді регенерациялауға (жандандыруға) кететін қышқыл қолданысының төмендеуін қамтамасыз ете алмайды.

Іс-тәжірибеде жартылай өткізгіш мембраналар бетін тазалау мен олардың қасиеттерін қалпына келтіру үшін түрлі реагент ертінділерімен мембраналарды өңдеу және аппараттарды шаюдан тұратын химиялық әдістер кең қолданыс тапқан. Мұндай әдістердің тиімділігі реагент таңдау дұрыстығымен себептендіріледі. Аппаратты шаюға арналған затты таңдау кезінде жойылуы тиіс ластану құрылымы мен құрамын білу, сонымен қатар осы зат ертінділеріндегі мембраналар тұрақтылығын есепке алу қажет.

Мембраналарды химиялық шаю кезінде қолданылатын негізгі технологиялық шешімдер 1-кестеде көрсетілген [2].

1-кесте. **Мембраналарды химиялық тазалау**

Ммембраналардың ластану типтері	Химиялық тазартқыш	Тазалау тиімділігі
1	2	3
Бейорганикалық тұздар: кальций карбонаты мен сульфаты (кермектік тұздары)	Тұз қышқылының 0,5%-дық ертіндісі (pH<2,3); Фосфор қышқылының 0,5%-дық ертіндісі (pH<2,3); Лимон қышқылының 2,0%-дық ертіндісі	Өте жақсы Қанағаттанарлық Қанағаттанарлық
Ауыр металл (темір мен марганец) гидроксидтері	Фосфор қышқылының 0,5%-дық ертіндісі (pH<2,3); Натрий гидросульфатының 1,0%-дық ертіндісі	Жақсы Жақсы
Бейорганикалық коллоидтар (сазбалшық)	Натрий гидроксидінің 0,1%-дық еритндісі, 30°С (pH>11); Натрий додецилсульфатының 0,025%-дық ертіндісі; Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ертіндісі, 30°С (pH>11)	Жақсы Жақсы Жақсы
Биологиялық ластанулар	Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ертіндісі, 30°С (pH>11); Этилендиамин сірке қышқылының натрийлік тұзының 1,0%-дық ертіндісі (ЭДСҚ Na_2); Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ертіндісі, 30°С	Өте жақсы Құрамында бейорганикалық бөлшектер болған кезде өте жақсы
Органикалық ластағыштар	Натрий додецилсульфатының 0,025%-дық ертіндісі; Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ертіндісі, 30°С (pH>11); Натрий трифосфатының 0,1%-дық ертіндісі; ЭДСҚ Na_2 1%-дық ертіндісі	Жақсы Жақсы Жақсы Жақсы
Кремний қышқылы	Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ертіндісі, 30°С (pH>11); ЭДСҚ Na_2 1,0%-дық ертіндісі және натрий гидроксидінің 0,1%-дық ертіндісі, 30°С	Қанағаттанарлық Қанағаттанарлық

Кері осмостық аппараттарды ұзақ эксплуатациялау кезінде ретентат контурындағы pH шамасы > 4 болуы тиіс. Аппараттың жұмыс ресурсы барысындағы 2,3-4,0 pH-қа ие жуғыш ертінді әсерінің максималды уақыты 100 сағаттан аспауы тиіс. 11,0-11,9 pH-қа ие жуғыш ертінділерді қолдану кезіндегі мембраналарға ертінді әсерінің максималды уақыты кері осмостық элементтер эксплуатациясының бүкіл кезеңінде 500 сағатпен шектеледі [2].

Кері осмостық аппараттардағы мембраналар бетінде қатпарлардың жинақталуына ұқсас үдерістер бар.

Кері осмостық аппараттардағы ретентат контурындағы реакцияның кальций-карбонаттық тепе-теңдігі:

$$Ca(HCO_3)_2 \leftrightarrow CaCO_3\downarrow + CO_2 + H_2O$$

CO_2 газына қатысты мембраналардың селективті болмауы салдарынан оң жаққа қарай ығысады. Бұл кальций карбонатына қатысты ертіндінің асқын қанығуына, мембраналар бетіне оның қатпарлануына, сонымен қатар ретентат контурындағы ертінді pH-ының ұлғаюына алып келеді. Соңғысы ммебраналар бетінде металл (темір, марганец, алюминий және басқалар) гидроксидтерінің қатпарлануын тудырады.

«Энергоорталық-3» АҚ-дағы шикі суды (ұңғымалар коллекторы) тәжірибелік-өнеркәсіптік сынаудың талдау нәтижелері 2 кестеде ұсынылған келесі тұз иондарын анықтады.

2 кесте

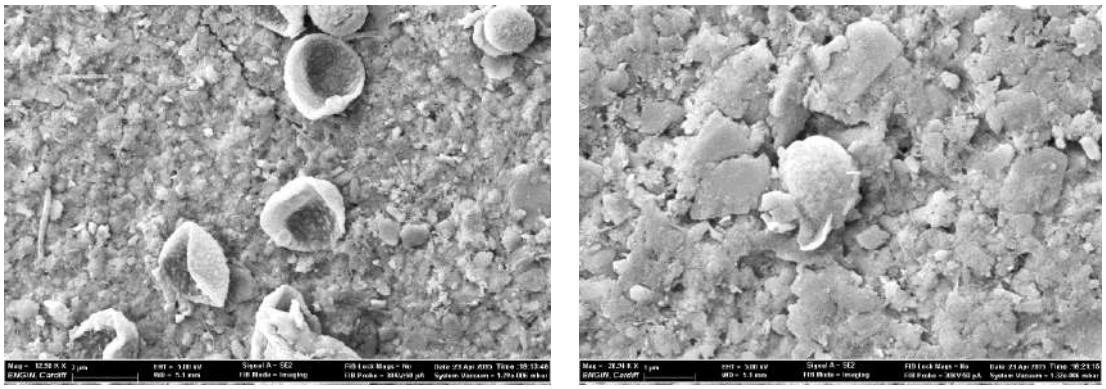
АНИОНДАР			КАТИОНДАР		
	Мг-экв/л	Мг/л		Мг-экв/л	Мг/л
HCO_3	4,8	292,89	Ca	4,5	90,18
Cl	0,56	20	Mg	2,0	24,32
SO_4	1,87	90	Na	0,76	17,48
NO_2	-	-	$К_{жалпы}$	8,5	-
NO_3	0,03	2,4	pH	7,5	-
$Щ_{жалпы}$	4,9	-	Fe	-	0,074
Гуматтар	0,1	-	СИ	-	0,005
SiO_2	0,55	16,5	Қалқымалы	-	0,2
PO_4	0,025	2,4	-	-	-
C/C	-	410,2	-	-	-
Тотығушылық	-	0,32	-	-	-
CO_2	-	6,6	-	-	-

Мембраналық қондырғылар жұмыс кезінде мембраналар бетінде аз ерігіш тұздар мен микробөлшектің түзілген қатпарлар арқылы ластанумен себептендірілетін олардың өнімділігі мен селективтілігінің біртіндеп төмендеуі жүреді [3-5]. Мембраналар бетіндегі тығыз тұнбалар сүзу бетін кеміте отырып, ммебраналар өнімділігін төмендетіп, жартылай өткізгіш мембранаға өңделетін су берілісіне кедергі келтіретін барьер тудырады. Мембрана беттері ластанған кезде аппараттағы қысым жоғарылап, шекаралық қабат қалыңдығы тұнба қалыңдығына ұлғаятындықтан, концентрациялық поляризация қарқындап дамиды. Кері осмостық аппараттарда түзілген ластанулар құрамына, сонымен қатар металдық құбыр жолдарының, арматура мен басқа да қондырғы элементтерінің коррозиялану өнімдері (темір, мыс, никель және т.с.с. қосылыстары) кіреді.

Жартылай өткізгіш мембрана ластағыштарының түзілу жылдамдығы мен сипаты көбінесе аппараттағы гидродинамикалық шарттармен анықталады. Ертінді көлеміндегі концентрациямен салыстырғанда мембраналар беті маңында барлық ион концентрацияларының ұлғаюы аз ерігіш қосылыстармен ертінділердің асқын қанығу үдерісін жеделдетеді. Аппараттың ластануы ағындық камерадағы ертіндінің таралу біркелкілігіне, соның салдарынан жартылай өткізгіш мембараналардың тұз ұстауына әсер етеді. Қондырғы конструкциясының жетілдірілмеуімен және оны дайындау кезіндегі технологиялық ауытқулармен себептендірілетін ағындық канал (арна) бойымен сұйық қозғалысындағы әркелкілік жартылай өткізгіш мембраналар мен олардың өткізгіштігінің қарқынды түрде ластануын тудыруы мүмкін. Ағындар таралуы әркелкілігінің туындау типтерінің бірі болып өте тар (мысалы, 2 мм) каналдағы тіпті мардымсыз (шамамен 0,01 мм) қиыстықтың мембрана бойында ағынның ауқымды қайта таралуын тудыратындығы табылады. Кідірістік аймақ түзіліп, ол тұнбалар

шөгуі үшін қолайлы жағдай жасайды. Шекті жағдайда ағынның қайта таралуының ауқымды болғаны соншалық, кідірістік аймақтан түсетін сүзіндінің (фильтраттың) тұздық мөлшері өңделетін судың тұздық мөлшерімен теңеседі.

«Энергоорталық-3» ЖШС-індегі тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтардан кейін растрлық электрондық микроскопта (РЭМ) ПА мембраналар бетіндегі концентраттың мөлшері мен элементтік құрамының орналасуы зерттелді (1 сурет).



1-сурет. ПА мембраналар бетіндегі концентраттың элементтік құрамының орналасуы

Тұзсыздануышы су ағынының таралу әркелкілігінің екінші типі – сүзгі-престік аппараттардың параллель жалғасқан камералары немесе аппараттары шығынындағы айырмашылық. Бұл әркелкілік аппарат конструкциясының ақауларымен немесе тұзсыздандыру аппаратын дайындау мен реттеу кемшіліктерімен себептендірілуі мүмкін.

Ағындық арнаның (каналдың) ластануы кейбір жағдайларда кері осмостық аппараттың істен шығуына алып келуі мүмкін. Осылайша, аппараттар ластануы соңғы кезекте, ммембраналар бетінде төмендегі тұздарды түзе отырып, аппараттардың пайдалы өнімділігінің төмендеуі мен пермеат сапасының нашарлауын тудыру арқылы кері осмоспен судың тұзсыздануы кезінде жүретін үдерістер мен барлық элементтерге іс-жүзінде әсер етеді:

$Mg^{2+}+CO^{2-}_3 \rightarrow MgCO_3$;
$Ca^{2+}+ CO^{2-}_3 \rightarrow CaCO_3$;
$Fe^{2+}+SO^{2-}_3 \rightarrow FeSO_4$;
$2Al^{3+}+3SO^{2-}_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3$;
$Mg^{2+}+SO^{-}_4 \rightarrow MgSO_4$;
$Ca^{2+}+ SO^{-}_4 \rightarrow CaSO_4$;
$Ca^{2+}+2NO^{-}_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2$;
$Mg^{2+}+2NO^{-}_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2$.

$Fe^{2+}+CO^{2-}_3 \rightarrow FeCO_3$;
$Fe^{2+}+2NO^{-}_3 \rightarrow Fe(NO_3)_2$;
$Ba^{2+}+CO^{2-}_3 \rightarrow BaCO_3$;
$Ba^{2+}+SO^{2-}_4 \rightarrow BaSO_4$;
$Ba^{2+}+2NO^{-}_3 \rightarrow Ba\ (NO_3)_2$;
$2Na^{+}+SO^{2-}_4 \rightarrow Na_2SO_4$;
$-2K^{+}+SO^{2-}_4 \rightarrow K_2SO_4$;

$2K^{+}+CO^{2-}_3 \rightarrow K_2CO_3$;
$2Na^{+}+CO^{2-}_3 \rightarrow Na_2CO_3$;
$2Cr^{3+}+3CO^{2-}_3 \rightarrow Cr_2(CO_3)_3$;
$K^{+}+NO^{-}_3 \rightarrow KNO_3$;
$Na^{+}+NO^{-}_3 \rightarrow NaNO_3$;
$Cr^{3+}+3NO^{-}_3 \rightarrow Cr(NO_3)_3$;
$2Cr^{3+}+3SO^{2-}_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3$;

Қысыммен сүзу кезінде деформация салдарынан мембрана құрылымының өзгеруі де, сондай-ақ су молекулаларымен мембраналардың жекелеген кеуектерінің бітелуі де орын алады. Қысым әсерінен мембраналардың деформациялануымен байланысты (мембрана құрылымының, полимерлік матрица аққыштығының өзгерісі, мембрана қалыңдығының кемуі және т.б.) барлық үдерістер жиынтығы мембраналар крипі деген атауға ие болды. Крип кезінде гидравликалық кедергі өсетіндіктен белгілі-бір шамада бұл үдеріс мембраналар селективтілігінің кемуімен жүзеге асады. Дегенмен крип өнімділік құлдырауы кезінде қатты көрініс береді.

Ацетатцелюлозалық мембраналар үшін температура жоғарылауымен алдымен сұйық тұтқырлығына кері пропорционалды түрде өткізгіштік арт артады. Кейін өткізгіштік кеміп, шамамен 85 °С температура кезінде нөлге теңеледі. Бұл эффектіні, жекелей алғанда 50 °С-тан жоғары температура кезіндегі жұмыстан кейін мембраналар қасиеттерінің қайтымсыз өзгерістерімен дәлелденетін көрсетілген температура кезінде аяқталатын полимердің құрылымдану үдерісіндегі кеуектердің тек отыруымен және толықтай созылуымен түсіндіруге болады. Ацетатцелюлозалық мембраналар селективтілігі температура жоғарылауымен алдымен артып, кейін шамамен тұрақты болады.

Табиғи суларды деминералдау кезінде кері осмостық аппараттарды негізінен 50 г/л асатын өңделетін суды минералдауда (кері осмостық аппараттардағы концентрлеу есебімен) қолданбайды, ал судың pH-ы 5,5-8,5 шамасында (оны алдын-ала қышқылдау кезінде) қалады. Іс-жүзінде мұндай ертінділерде өнеркәсіпте шығарылатын барлық кері осмостық мембраналар химиялық тұрғыдан тұрақты болып табылады. Біздің еліміздегі ең кең тарағандары – pH мәні 5-8 болатын суды тұзсыздандыру кезінде тұрақты түрде жұмыс істей алатын ацетилцеллюлозалық мембраналар. Біршама қышқылдық ортада ацетилцеллюлоза гидролизге, ал сілтілік ортада – сабынданууға ұшырайды. Ароматт полиамидтік мембраналар қышқылдық және сілтілік орталарға барынша тұрақты келеді. Олар ұзақ уақыт бойы 2-11 pH мәндері аралығында өздерінің қасиеттерін өзгертпей жұмыс жасай алады. Ацетилцеллюлозалық мембраналардың ацетон, диметилформамид және басқалар секілді полярлы органикалық еріткіштер ортасына тұрақсыз екендігін есепке алу қажет. Ароматты полиамидтік мембраналар бірмезгілде тұздарды ауқымды концентрлеу кезінде суды тұзсыздандыруға мүмкіндік береді.

Мембраналық сүзгінің бастапқы өнімділігін қалпына келтіру үшін жинақталған ластануларды жою мақсатында арнайы қышқылдық және сілтілік реагенттермен мембраналық сүзгілердің жылына бірнеше рет химиялық регенерациясы (шайылуы) жүргізілуі тиіс.

Мембраналық сүзгілерді шаю үшін қарапайым суды, Трилон Б ертіндісін (хелаттүзгыш реагентті), лимон қышқылын немесе 1%-дық тұз қышқылын қолдануға болады**.** Мембраналық сүзгінің регенерациялану (шайылу) жиілігі бастапқы судың ластану дәрежесімен анықталады, полиамидтік мембрана беттерін регенерациялау үшін біз 1%-дық тұз қышқылын пайдаланып, төмендегі келесі реакцияларды алдық:

$MgCO_3+2HCl\rightarrow MgCl_2+H_2O+CO_2$;
$CaCO_3+2HCl\rightarrow CaCl_2+H_2O+CO_2$;
$Fe\ SO_4+2HCl\rightarrow FeCl_2+H_2\ SO_4$;
$Al_2(SO_4)_3+6\ HCl\rightarrow 2AlCl_3+3H_2SO_4$;
$MgSO_4+2HCl\rightarrow MgCl+\ H_2SO_4$;
$Ca\ SO_4+2HCl\rightarrow CaCl_2+H_2SO_4$;
$Ca(NO_3)_2+2HCl\rightarrow CaCl_2+2HNO_3$;
$Mg(NO_3)_2+2HCl\rightarrow Mg\ Cl_2+2HNO_3$;
$FeCO_3+2HCl\rightarrow FeCl_2+H_2O+CO_2$;
$Fe(NO_3)_2+2HCl\rightarrow FeCl_2+2HNO_3$;
$BaCO_3+2HCl\rightarrow BaCl_2+H_2O+CO_2$;
$BaSO_4+2HCl\rightarrow BaCl_2+H_2SO_4$;
$Ba(NO_3)_2+2HCl\rightarrow BaCl_2+2HNO_3$;
$NaSO_4+2HCl\rightarrow 2NaCl+H_2SO_4$;
$K_2SO+2HCl\rightarrow 2KCl+\ H_2SO_4$;
$Cr(SO_4)_3+6\ HCl\rightarrow 2CrCl_3+3H_2SO_4$;
$K_2CO_3+2HCl\rightarrow 2KCl+\ H_2O+CO_2$;
$Na_2CO_3+2HCl\rightarrow 2NaCl+\ H_2O+CO_2$;
$KNO_3+HCl\rightarrow KCl+HNO_3$;
$Na\ NO_3+\ HCl\rightarrow\ NaCl+HNO_3$.

Тұщыландырғыш станциялардың үлкен санын эксплуатациялаудың көп жылдық тәжірибесі келесілерді көрсетті: суды тұщыландыру алдында оны дайындаудың технологиялық сызбалары мен режимдерін дұрыс таңдау кезінде кері осмостық аппараттар 5 жылдан астам жұмыс істеу қабілетін сақтайды. Көптеген жылдар бойы қондырғылардың сенімді жұмысына тек эксплуатациялау талаптарының барлық жиынтығын сақтау кезінде ғана қол жеткізуге болатындығын білген жөн.

Мембраналар регенерациялары бойынша операциялар арасындағы бұрыс таңдалған аралықтар кезінде олардың тиімділігі төмендеп, мұндағы мембрана сипаттамаларының өзгерістері қайтымсыз түрде жүреді. Регенерация аралық кезеңнің ұзақтығы бастапқы су құрамына және кері осмос алдында оны дайындау технологияларына тәуелді. Егер, тұзсыздандырғыш аппараттар жұмысының тұрақтылығы олардың айына бір реттен кем емес кезеңдік шайылуы кезінде жүрсе, онда судың дайындалу сапасы жақсы деп саналады.

Қорытындылар

1. Кері осмостық аппараттардағы қатпарлардың түзілу шарттарының аналогиясы негізделді.
2. Қатпарланудан мембрана беттерінің кезең бойынша жандануын (регенерациялануын) қолдану кері осмостық қондырғы жұмысының тұрақты көрсеткіштерінің сақталуын қамтамасыз етеді.
3. Химиялық реагенттерді қолдану арқылы мембраналарды жандандыру (регенерациялау) технологиялар анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Высоцкий С.П. Коновальчик М.В. Особенности процессов обессоливания воды с использованием мембранных технологий // Вода і водоочисш технологи. - 2009. - № 6-7 (36-37). - С. 29-35.

[2] Permasep. Reverse Osmosis products. «Permasep» products Engineering Manual. Du Pont, 1992.

[3] Эйзенберг Д., Кауцман В. Структура и свойства воды. Л.: Гидрометео-издат, 1975.280 с.

[4] Робинсон Р., Стоке Р. Растворы электролитов. М: Мир, 1963. 646 с.

[5] Лилич Л.С., Хрипун, М.К. Растворы как химические системы. СПб.: Изд. СПбГУ, 1994.215 с.

Азимов А.М., Жантасов К.Т., Сатаев М.И., Ортаев А.Е., Калдыкозов Т.А.

Химическая регенерация поверхности полимерных мембран, загрязнённых солями нитратов, карбонатов и сульфатов 1% соляной кислоты

Резюме. В работе рассмотрена химическая регенерация 1% соляной кислотой поверхности полимерных мембран, загрязнённой солями нитратов, карбонатов и сульфатов, а также основные технологические решения, которые используются при химической отмывке мембран. При неправильно выбранном интервале между операциями по регенерации мембран их эффективность падает, причем изменения характеристик мембран могут быть необратимыми. Продолжительность межрегенерационного периода зависит от состава исходной воды и технологии ее подготовки перед обратным осмосом. Качество подготовки воды считается хорошим, если стабильность работы обессоливающих аппаратов достигается при их периодической промывке не чаще одного раза в месяц.

Azimov A.M., Zhantasov K.T., Satayev M.I., Ortayev A.E., Kaldykozov T.A.

Chemical regeneration of polymeric membranes' surface contaminated by salts of nitrates, carbonates and sulfates, by 1% hydrochloric acid

Summary. The paper considers chemical recovery of polymeric membranes' surface, contaminated by salts of nitrates, carbonates and sulfates, by 1% hydrochloric acid, as well as basic process solutions used at the chemical washing of the membranes. In improperly selected interval between operations on the membranes' recovery, their efficiency drops, at that, changes in the membranes' features can be irreversible. Duration of the service cycle depends on the source water composition and technology of its preparation before the reverse osmosis. The water preparation quality will be good, if stability of desalinating apparatus operation is achieved at their periodical washing in no more than once a month.

УДК669.054.83

[1]У.Б. Назарбек, [1]У. Бестереков, [2]И.А. Петропавловский,
[1]С.П. Назарбекова, [2]Почиталкина И.А.
([1]Южно-Казахстанский Государственный университет имени М.Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, unazarbek@mail.ru)
([2]Российский химико-технологический университет имени Д.И.Менделеева,
Москва, Российская Федерация)

ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МОНОКАЛЬЦИЙФОСФАТА ИЗ НЕКОНДИЦИОННОГО ТЕХНОГЕННОГО ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ НА ФАЗОВЫХ ДИАГРАММАХ СИСТЕМ $CAO-P_2O_5-SO_3-H_2O$ И $CAO-P_2O_5-H_2O$.

Аннотация. Приведены результаты теоретического графического анализа процесса получения монокальцийфосфата кислотной переработкой массового отхода фосфорного производства – шлама, накопившиеся резервы которого имеют промышленное по количеству значение.

Ключевые слова: химическая промышленность, фосфорный шлам, утилизация, техногенный отход, минеральные удобрения.

Современная промышленность производства фосфорсодержащих удобрений все более интенсивно использует качественное фосфатное сырье: кольский апатитовый концентрат, фосфориты северной Африки, Америки и некоторых иных месторождений, в том числе Каратауские. Констатируется, что уже в настоящее время ощущается определенный дефицит качественного сырья в связи с прогрессивным истощением эксплуатируемых месторождений и снижением в рудах

содержания фосфора. Эти обстоятельства побуждают обращаться к бедным и некондиционным, часто труднообогатимым природным рудам, а также к техногенным фосфорсодержащим отходам, решая в последнем случае одновременно и экологические задачи.

Для предварительной перед проведением экспериментов оценки возможности проведения процесса и его концентрационно-массовых показателей графический анализ выполнен по соответствующим диаграммам равновесных систем последовательно для двух стадий процесса:

- сернокислотного разложения фосфорного шлама с получением фосфорной кислоты (по системе $CaO-SO_3-P_2O_5-H_2O$) по следующей реакции:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 5H_2SO_4 + 10H_2O = 3H_3PO_4 + 5CaSO_4 \cdot 2H_2O + HF \quad (1)$$

- фосфорнокислотного разложения шлама с получением продукта, содержащего усвояемые соли кальция (по системе $CaO-P_2O_5-H_2O$), по реакции:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 7H_3PO_4 + 5H_2O = 5Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + HF \quad (2)$$

Исходными данными для графических построений и анализа процесса являлись:

- I стадия: фосфорный шлам, содержащий, %: P_2O_5 -17,5; CaO – 25; MgO-3,3; R_2O_3 – 1,8; SiO_2 (н.о.) – 46,0 [1]. Для определения точки состава шлама MgO пересчитан на CaO, а SiO_2 как кислотнонерастворимый и не влияющий на положение изотерм, исключен. В этом случае точке состава шлама соответствуют пересчитанные значения, % P_2O_5 -32,7 и CaO – 46,2%. При составлении реального материального баланса SiO_2 включается вновь в состав продукта. Серная кислота (50% H_2SO_4), ее норма 70% от стехиометрической;

- II стадия: фосфорный шлам; раствор фосфорной кислоты с I-ой стадии – 19% P_2O_5 (максимальное, обеспечивающее Ж:Т в реакционной пульпе не ниже 1,5:1);

- температура на обеих стадиях – 60^0C.

На рисунке 1 построенном по данным [2,3] приведена совмещенная по оси P_2O_5 диаграмма растворимости двух систем: $CaO-SO_3-P_2O_5-H_2O$ (левая координатная плоскость) и $CaO-P_2O_5-H_2O$ (правая координатная плоскость). Такое совмещение правомерно [4], т.к. на второй стадий SO_3 из процесса уходит в виде практический нерастворимого $CaSO_4$.

На соответствующие оси и поля диаграммы нанесены фигуративные точки (далее точки) составов исходных веществ: серная кислота (50% H_2SO_4) – т. S; дигидрат сульфата кальция – т. S_1; фосфорная кислота с I-ой стадии (19% P_2O_5) – т. К; исходный фосфат (фосфорный шлам) – т. F на обеих координатных плоскостях.

На левой части диаграммы построена изотерма (60^0C) растворимости сульфата кальция (линия We) в фосфорокислотных растворах, а на правой изотермы растворимости фосфатов кальция при 60^0C (рабочая) и 100^0C для графического анализа с соответствующими точками двойного насыщения моно- и дикальций фосфатами – E_{60} и E_{100}. Нижние ветви этих изотерм E_{60} W и E_{100}W - линии составов насыщенных растворов солью D, а верхние (вверх от точек E_{60} и E_{100}.) – линии составов насыщенных растворов солью М. Область М E_{60} Д – область кристаллизации двух солей. Рассмотрим последовательно обе стадии процесса.

I – стадия (левая плоскость) реакция 1. При смешении исходных компонентов S и F в соответствии с нормой кислоты точкой состава смеси будет точка *a* на линии SF которая делится точкой *a* на отрезки, обратно пропорциональные массам S и F. По окончании реакции 1 система состоит из сульфата кальция (т. S_1) и раствора фосфорной кислоты (т. K_1 на изотерме We). При этом отношении Ж:Т в реакционной пульпе определяется отношением $S_1a:aK_1$ и составляет 1:1. Такое отношение недопустимо, т.к., пульпа схватывается - затвердевает уже при отношении Ж:Т ≈ 1,5:1. Чтобы обеспечить подвижность пульпы в нее следует внести жидкую фазу, например, воду.

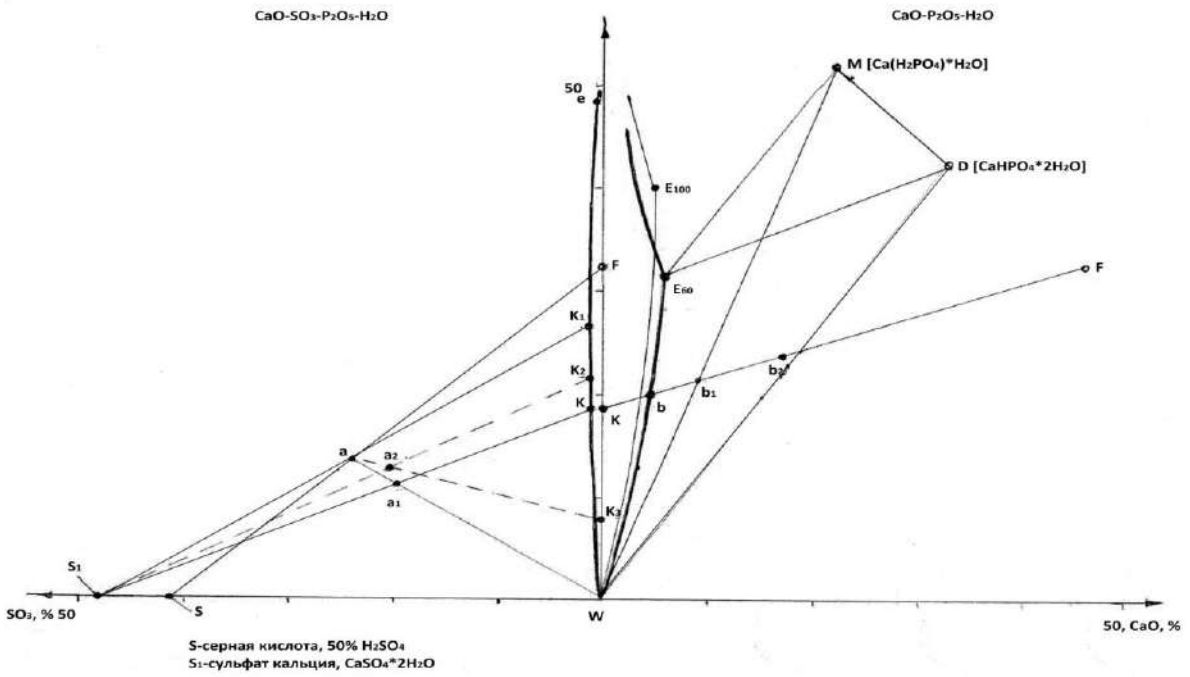


Рис. 1. Диаграмма растворимости двух систем: $CaO\text{-}SO_3\text{-}P_2O_5\text{-}H_2O$ (левая координатная плоскость) и $CaO\text{-}P_2O_5\text{-}H_2O$ (правая координатная плоскость).

Это производится по лучу a W и при введении количества воды, соответствующего отрезку aa_1 прямая S_1K_1 примет положении S_1K, т.е. концентрация P_2O_5 – в растворе составит 19% и Ж:Т= $S_1a{:}aK_1 \approx 1{,}5$. Если разделить фазы, то твердое (гипс с нерастворимым остатком или кек) без промывки представляет собой после сушки низкоконцентрированное фосфорное удобрение. Если кек подвергнуть промывке, то жидкая фаза осадка (состав К) смешиваясь с водой (W) в итоге даст слабую фосфорную кислоту. На диаграмме рассмотрен вариант промывки при массовом соотношении жидкая фаза кека (К):промывная вода (W) равном 1:1,5 на соединительной прямой KW. В этом случае получается слабая кислота состава K_3, которая, как в традиционном экстракционном способе получения ЭФК [5], может служит раствором разбавления системы *а.* При смешении *а* и K_3 получаем т. a_2, для которой сохраняется Ж:Т= $S_1a{:}aK_1$ = 1,5:1, но концентрация раствора продукционной фосфорной кислоты несколько выше около 22% P_2O_5. Какой вариант выбрать разбавление водой или кислотой K_3 определяют экономические соображения.

На I-ой стадии расходуется вся серная кислота для связывания CaO, MgO и R_2O_3. Допускаем, что коэффициент разложения близок к 100%, что составляет 70% от общего по двум стадиям:

$K_{р.об.} = K_{рI} + K_{рII} = 70\% + n \bullet 30\%$, где n – доля разложения от 30%.

В процессе разложения на II-ой стадии состав системы изменяется по лучу KF. При стехиометрической норме К конечная (теоретическая) точка состава системы – т. $в_1$ (на линии MW, полное превращение в монокальций фосфат - М).

На участке от К до *в* происходит изменение состава системы в результате разложения и насыщения жидкой фазы фосфатами. В т. *в* раствор становится насыщенным, но далее система попадает в область кристаллизации соли D (We_{60} Д) - $CaHPO_4$, который образует трудно растворимые кристаллические пленки на поверхности разлагаемого фосфата [6] и разложение практически прекращается. Образование $CaHPO_4$ идет в основном через гидролитическое разложение М, по реакции:

$$Ca(H_2PO_4)_2 = CaHPO_4 + H_3PO_4 \qquad (3)$$

и лишь незначительно при недостатке в конце процесса фосфорной кислоты по реакции:

$$2Ca(H_2PO_4)_2 + Ca_5(PO_4)_3F = 7CaHPO_4+HF \quad (4)$$

В нашем случае $К_{об(в)} = 70+30•$ к*в*/к$в_1$ ≈88%.

При понижении нормы К до 70% от стехиометрической т. $в_1$ переместиться в $в_2$. Выбор пониженной нормы обусловлен высокой реактивностью фосфатной части шлама, а также допустимостью наличия в конечном продукте неводорастворимой, но усвояемой формы фосфата кальция – $CaHPO_4$.

В рассмотренных условиях, как показывают графические исследования возможно получение продукта удобрительного назначения по анализируемой схеме, близкой к получению двойного суперфосфата. При этом можно достигать $К_{р(об)}$ ≈88% и значений содержания P_2O_5 в продукте: общ. ≈18-20%; усв. (M+D) ≈ 16-18% и в/р (M) ≈ 12-14%.

Полученные в результате графического анализа данные позволили установить принципиальную возможность осуществления изучаемого процесса и провести соответствующие балансовые расчеты, положенные в основу технологических экспериментов.

Выполненные далее экспериментальные исследования [7] подтвердили возможность и технологическую и экономическую целесообразность реализации процесса получения фосфорсодержащих удобрений по предлагаемой технологии. Полученные в экспериментах продукты имеют составы (по P_2O_5) и коэффициент кислотного разложения шлама близкие к определенным из графического анализа.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Назарбек У.Б., Бестереков У., Петропавловский И.А., Почиталкина И.А. «Исследование структурных характеристик химического и фазового составов фосфорного шлама»/ Химическая промышленность сегодня – 2014, №8, с. 33-38.

[2] Белопольский А.П.// ЖПХ. 1937. Т.14. №19 с.660-665.

[3] Лаптев В.М.// Сб. науч. тр. ЛТП им. Ленсовета. Л.: 1973. Вып. 4. с. 11.

[4] Яхонтова Е.П., Петропавловский И.А. и др. «Кислотные методы переработки фосфатного сырья». – М.: Химия. 1968. 228с.

[5] Копылев Б.А «Технология экстракционной фосфорной килоты». Л.: Химия. 1981. 224с.

[6] Копылов В.А. и др «Производства двойного суперфосфата». М.: Химия. 1976. 192с.

[7] U.B. Nazarbek, U.Besterekov, I.A. Petropavlovsky, S.P. Nazarbekova and O.Beisenbayev «Bases of technology and optimal regime indicators of acid decomposition process of phosphorus sludge»/ Oriental journal of chemistry, 2015, Vol.31 №3. p. 1409-1416.

[8] Грошева Л.П. Графические расчеты по фазовым диаграммам солевых систем: Учебное пособие/ - Великий Новгород. НГУ. 2006. 42с.

[9] Скрипов Н.И. Гетерогенные фазовые равновесия.: Учебное пособие/ Иркутск. Изд. ИГУ. 2013. 100с.

Назарбек У.Б., Бестереков У., Петропавловский И.А., Назарбекова С.П., Почиталкина И.А.

$CaO-P_2O_5-SO_3-H_2O$ және $CaO-P_2O_5-H_2O$ жүйелерінің фазалы диаграммаларында кондициялы емес техногенді фосфатты шикізаттан монокальцийфосфатты алу үрдісінің графикалық талдауы.

Түйіндеме. Ұсынылып отырған жұмыста көлемі бойынша өнеркәсіптік маңызға ие фосфор өндірісінің қалдығы – шламды қышқылдық өңдеу арқылы монокальцийфосфатты алу үрдісінің графикалық талдауының нәтижелері келтірілген.

Кілттік сөздер: химиялық өнеркәсіп, фосфорлы шлам, жою, техногенді қалдық, минералды тыңайтқыштар.

Nazarbek U.B., Besterekov U., Petropavlovsky I.A., Nazarbekova S.P., Pochitalkina I.A.

Графический анализ процесса получения монокальцийфосфата из некондиционного техногенного фосфатного сырья на фазовых диаграммах систем $CaO-P_2O_5-SO_3-H_2O$ и $CAO-P_2O_5-H_2O$.

Summary. This article presents results of a theoretical analysis of the process of obtaining a graphic monocalciumphosphate acid processing waste mass production - sludge accumulated reserves which have industrial value by quantity.

Key words: chemicals, phosphorus sludge, waste, man-made waste, fertilizers.

ӘОЖ547.992+622.32

С. Утебаева, Ш. Молдабеков, А.А. Қадірбаева
(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы, diac_2003@mail.ru)

ОРГАНОМИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАР АЛУ ӘДІСІН ЗЕРТТЕУ

Түйіндеме. Гуматқұрамдас органо-минералды тыңайтқыш алудың әдістері қарастырылған. Бастапқы шикізаттардың химиялық құрылымы мен құрамының талдау нәтижелелері көрсетілген. Сондай аммоний гуматын әртүлі қышқылдармен өңдегендегі нәтижелері жарияланған.

Кілт сөздер: фосфор, гумат, аммоний гуматы, көмір

Фосфат шикізатын қышқылды әдіспен өңдеп алғандағы стандартты тукоқоспалар, жай және қоссуперфосфат, аммофос, аммофофсфаттар және әртүрлі композициялық күрделі және күрделі-аралас тыңайтқыштардың технологиялық, агрохимиялық және экологиялық кемшіліктері жеткілікті. Олардың пайдалы әсер ету коэффициенті төмен болып қала береді: азот және калий үшін -30-40%, фосфор үшін-15-20%. Сонымен қатар Қазақстан топырақтарындағы қоректік элементер аз мөлшерде және сулы-физикалық қасиеті бойынша ерекшеленеді. Агрохимиялық және экономикалық перспективті минералды ыңайтқыштардың бірі экологиялық зиянсыз, ауылшаруашлығы өнімдерінің өнімділігін жоғарылататын минералды тыңайтқыштардың бірі гуматқұрамдас органо-минералды тыңайтқыш болып табылады. Мұндай тыңайтқыштарды пайдалану минералдардың дозаларын белгілі бір мәнге дейін төмендетеді, топырақтың физикалық қасиетін және құрылымын жақсартады, қоректік заттардың алмасуын жақсартады, топыратың қышқылдылығын азайтады.

Ғылыми және патенттік зерттеулер бойынша гуматқұрамдас органо-минералды тыңайтқыш алу құрғақ минералды тыңайтқыштарды немесе бейорганикалық тұздарды көмірмен, торфпен немесе гуминді қосылыстармен араластыру болып табылады[1-3]. Бірақ бұл әдістер азтиімділікті, яғни электрэнергиясының шығыны көп, арнайы жағдай жасауды қажет етеді, сонымен қатар ұзақ мерзіммен көпсатылы үрдіс болып табылады. Алынған өнімнің құрамындағы қоректік элементтер және фосфордың сіңірімділігі аз мөлшерде сипатталады. Сондықтан осындай тыңайтқыш алудың технологиясын әзірлеу қажеттілігі туындайды.

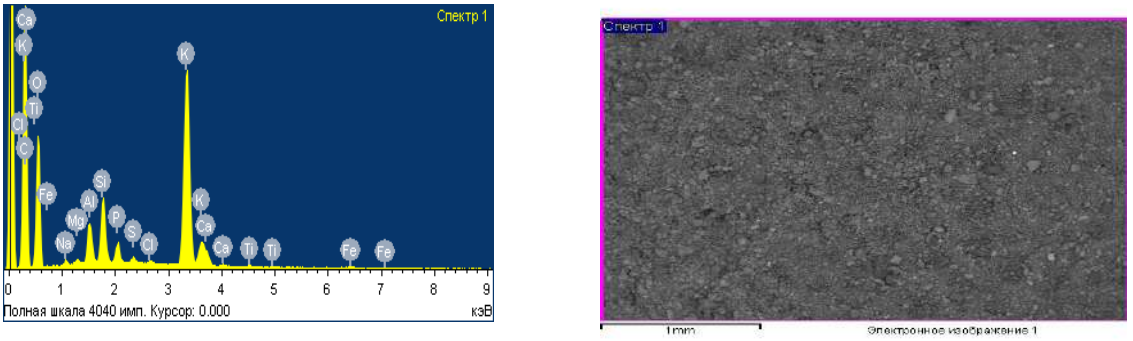
Осыған орай, гуматқұрамдас органо-минералды тыңайтқыш алу үрдісінің заңдылықтары н зерттеу қарастырылды.

Қоңыр көмір гумин қышқылын алуда таптырмас табиғи ресурс көзі. Гуминді қосылыстар көптеген ауылшаруашылық және экологиялық проблемалардың шешімі болып табылады. Гумин қышқылдарының маңызды биосфералық қызметі топырақ биотикасы мен өсімдік жамылғысын сақтау және қорғау, сонымен қатар топырақ тағы радионуклидтер, детергенттер, пестицидтер мен ауыр металдарды берік байланыстыру. Гумин қышқылдары оларды белсенді емес күйге келтіріп, улылығын жояды [4].

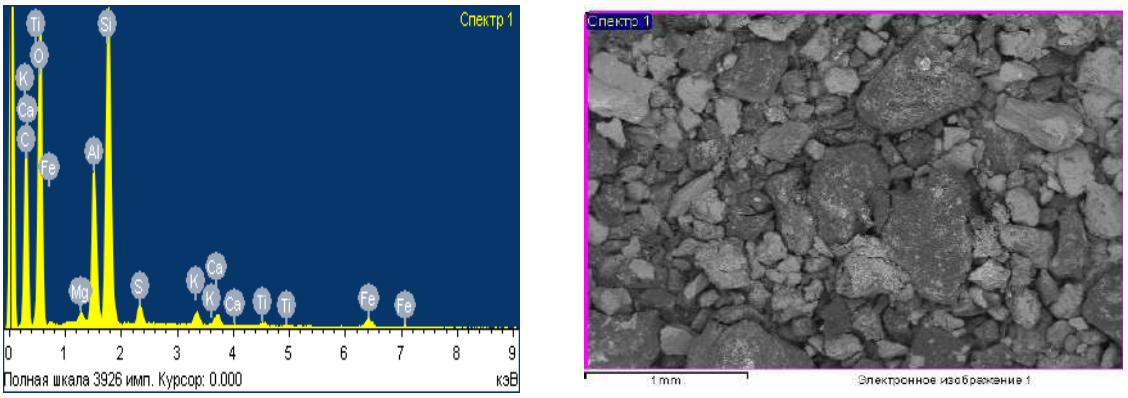
Құрамында фосфор-азот-гумат бар органоминералды тыңайтқыш алу үшін бірнеше зерттеулер жүргізілді. Бастапқы шикізат ретінде Ленгір және Қаражыра кен орнының көмірі алынды. Оларға химиялық және элементтік талдаулар ISM-6490-LV (JEOL, Япония) электронды микроскобымен анықталынды. Зерттеу нәтижесі 1-кесте мен 1-2 суретте келтірілген.

1-кесте. **Көмір кен орындарының химиялық талдау нәтижелері,%**

Көмір	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Fe
Қаражыра	49,74	32,41	0,34	0,16	1,45	2,24	0,82	0,25	0,12	11,25	0,85	0,13	
Ленгір	44,41	400,41		0,29	3,81	8,24		0,57		0,57	0,46	0,23	1,01



1-сурет. Қаражыра кен орны көмірінің құрамымен құрылымы



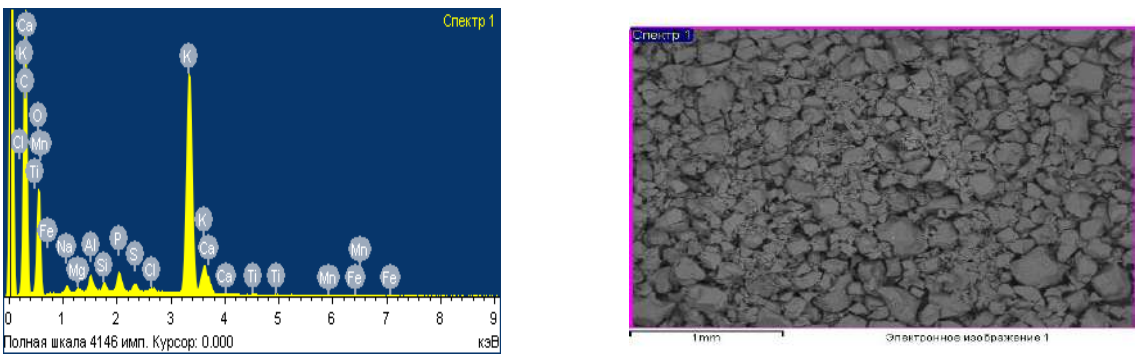
2-сурет. Ленгір кен орны көмірінің құрамы мен құрылымы

Екі кен орнын салыстырып қарағанда Қаражыра кен орнында көмірдің пайыздық мөлшері Ленгір кен орнына қарағанда 5% артық. Сондай-ақ тыңайтқыш құрамына қажетті калий мөлшері Қаражыра кен орнында 11% жоғары мөлшерде кездеседі. Талдау нәтижелері бойынша Қаражыра кен орнының көмір қажетті элементерге бай екенін көруге болады.

Органоминералды тыңайтқыш алу үшін келесі зерттеулер жүргізілді. Ленгір және Қаражыра кен орнының көмірін 24% аммоний нитратымен 1 сағат аралығында араластырады. Нәтижесінде аммоний гуматы пайда болады. Алынған аммоний гуматының химиялық құрамы мен құрлымы 2-кесте мен 3- суретте берілген.

3-кесте. **Аммоний гуматының құрамы,%**

	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Fe
Аммоний гуматы	50,76	31,20	0,50	0,17	0,57	0,32	0,81	0,31	0,18	14,11	0,65	0,09	0,22



3-сурет. Аммоний гуматының құрамы мен құрылымы

Органоминералды тыңайтқыш алу үшін пайда болған аммоний гуматын әртүрлі қышқылдармен өңдейді. Қышқыл ретінде фосфор, азот және тұз қышқылы алынды, олардың шоғыры сәйкесінше 45%, 23%, және 50%. Қышқылмен өңдеудің pH 6,5-7 аралығында әртүрлі қатынаста жүргізілді. Нәтижесінде алынған өнімнің химиялық құрамы ISM-6490-LV (JEOL, Япония) электронды микроскобпен анықталынды.

4-кесте. **Аммоний гуматын қышқылдармен өңдегендегі алынған өнімнің химиялық құрамы**

№	Қышқылдар	Гуматтың: қышқылға қатынасы	Алынған өнім құрамы,%			
			P	K	C	N
1	H_3PO_4	1:01	15,50	3,55	22,76	10,40
		1:02	15,18	3,23	22,55	10,59
		1:03	14,90	3,47	22,04	10,98
2	HCI	1:01	0,73	7,47	53,04	1,99
	HCI	1:02	0,62	3,70	49,09	9,10
	HCI	1:03	0,88	3,98	50,74	6,22
3	HNO_3	1:01	0,86	8,03	42,22	6,93
	HNO_3	1:02	0,81	4,34	34,06	16,24
	HNO_3	1:03	0,90	5,03	34,44	14,73

Аммоний гуматын қышқылдармен әртүрлі қатынаста өңдегенде алынған өнімнің құрамындағы негізгі қоректік элементтердің ауытқулары байқалады. Фосфор. Тұз және азот қышқылындарын салыстырғанда аммоний гуматын өңдеуге қолайлы қышқыл фосфор қышқылы болып табылады. Себебі, алынған өнімнің құрамында топыраққа қажетті азот, фосфор, калий элементтері аммоний гуматын фосфор қышқылымен өңдегенде жеткілікті мөлшерде кездеседі. Ал тұз және азот қышқылмен өңдегенде фосфордың мөлшері жоқтың қасы немесе өте аз мөлшерде. Кестеде көрсетілгендей тұз қышқылына қарағанда азот қышқылмен өңдеу қолайлы, ал тұз және азот қышқылымен өңдегенге қарағанда фосфор қышқылы қолайлы болып табылады. Екінші жағынан фософр қышқылы экономикалық жағынан тиімді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Овчинникова К.Н. Новые высокоэффективные формы органо-минеральных удобрений //Тезисы докл.16-Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. М., 1998. – С. 136-137.

[2] А.С. 1608170. СССР. Способ получения органоминерального удобрения /Г.И. Русина, Н.А. Гродобаева, Г.П. Горб; опубл. 23.11.90, Бюл. № 43. – 2 с.: ил.

[3] Умаров Т.Ж., Победоносцева О.И., Беглов Б.М. Получение комплексного фосфорно-азотно-гуминового удобрения под названием ФАГУМ. //Хим. пром-ть. 2004. – № 6. – С. 313–316.

[4] Скрипченко Г.Б., Ларина Н.К., Луковников А.Ф. Современные тенденции в исследовании структурыуглей //Химия твердого топлива. 1984. – № 5. – С. 3–12.

Утебаева С., Молдабеков Ш. Қадірбаева А.А.

Исследование способа получения органоминеральных удобрений

Резюме. Приведены результаты исследования получения гуматсодержащих органо-минеральных удобрений. Показаны результаты исследования химических свойств и структуры сырья. Даны результаты переработки гумат аммония разными кислотами.

Ключевые слова: Фосфор, гумат, гумат аммония, уголь

Utebayeva S., Moldabekov Sh., Kadirbayeva A.A.

Research method of producing organic mineral fertizers

Annotation. The article contains results the study producing humate containing organic-mineral fertilizers. Results of the study of chemical properties and structure of materials. And also the results of the processing of ammonium humate different acids.

Keywords: Phosphorus humate, ammonium humate, coal

УДК 666.1.002.38

Б.Е. Жакипбаев, К.С. Кан, А.Ш. Кулмаханова, М.Н. Кунтубаева
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, *E-mail: Bibol_8484@mail.ru)

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ СТЕКЛОФАЗЫ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПОКОВЫХ МАТРИЦ ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИХ АМОРФНО-КРЕМНЕЗЕМИСТЫХ ГОРНЫХ ПОРОД В ПРОИЗВОДСТВЕ ТАРНОГО СТЕКЛА

Аннотация. Рассматривается возможность низкотемпературного синтеза стеклофазы при температурах, не превышающих 1200^0С на основе аморфно-кремнеземсодержащих опоковых горных пород, взамен традиционного тугоплавкого химически инерционного кристаллического кварцевого песка, температура варки которого составляет 1550^0С.

Приводятся данные по сырьевым материалам, используемые в стеклотарном производстве. Изучена возможность использования аморфно-кремнеземистых опоковых горных пород в стекловарении для замены традиционного тугоплавкого кристаллического кварцевого песка.

Установлено, что исследуемые опоковые матрицы представляют собой мельчайшие плотно упакованные сфероидальные минеральные агрегаты-фракталы, сформированные из округлых фаз нано- и микрочастиц химически активного рентгеноаморфного кремнезема.

Выявлены особенности поведения стекольных шихт на основе опок на этапах силикато- и стеклоообразования. Установлено интенсифицирующее действие опок на стеклообразование и осветление стекломассы.

В данном исследовании решаются вопросы использования южно-казахстанских аморфно-кремнеземистых опоковых горных пород за счет интенсификации низкотемпературного синтеза стеклофазы, которые могут повлиять на снижение энергетических затрат на стекловарение.

Ключевые слова: аморфно-кремнеземистые горные породы, опоки, сфероидальные минеральные агрегаты (фракталы), стекломасса, стекловарение, тарное стекло, низкотемпературный синтез стеклофазы.

Комплексная оценка состояния природного минерально-сырьевого обеспечения и их рационального размещения с учётом геологических, горнотехнических, экономико-экологических и прочих условий всего южно-казахстанского региона в качестве первоочередной задачи выдвигает успешное развитие стеклотарной отрасли.

Южно-Казахстанская область является достаточно развитым промышленным регионом и располагает достаточной сырьевой базой аморфно-кремнеземистого опокового сырья, потенциал которого до настоящего времени мало используется, в особенности в стеклотарной отрасли. Имеются более 20 разведанных месторождений и проявлений опок и опоковидных глин, приуроченных к сузакскому и ханаватскому ярусам палеогена, развитые в районах Туркестан-Урангайского, Кынгракского, Дарбазинского, Жилгинского и других куполообразных поднятий палеогена, с прогнозными запасами в 10 млн. $м^3$.

Ограниченность минерально-сырьевой базы качественных стекольных кварцевых песков в ряде областей наряду с вполне достаточными запасами аморфно-кремнеземсодержащих горных пород на территории Казахстана представленные опоками, опоковидными песчаниками и глинами, диатомитами, трепелами и спонголитами, минералого-химическая особенность которых состоит из уплотненных в различной степени кремнистых остатков диатомей, радиолярий и игл губок, сложенных кремнеземом, дает основания рассматривать их в качестве источника кремнезема в стекловарении как основного компонента для низкотемпературного синтеза стеклофазы [1].

Исследуемые опоковые матрицы представляют собой мельчайшие плотно упакованные сфероидальные минеральные агрегаты-фракталы, сформированные из округлых фаз нано- и микрочастиц химически активного рентгеноаморфного кремнезема, испытывающие дальнейшую внутреннюю конденсацию и перестройку до более уплотненного состояния, приводящие к образованию и росту коллоидных частиц больших размеров, сердцевина которых состоит из SiO_2, а поверхность покрыта группами SiOH (рисунок 1) [1].

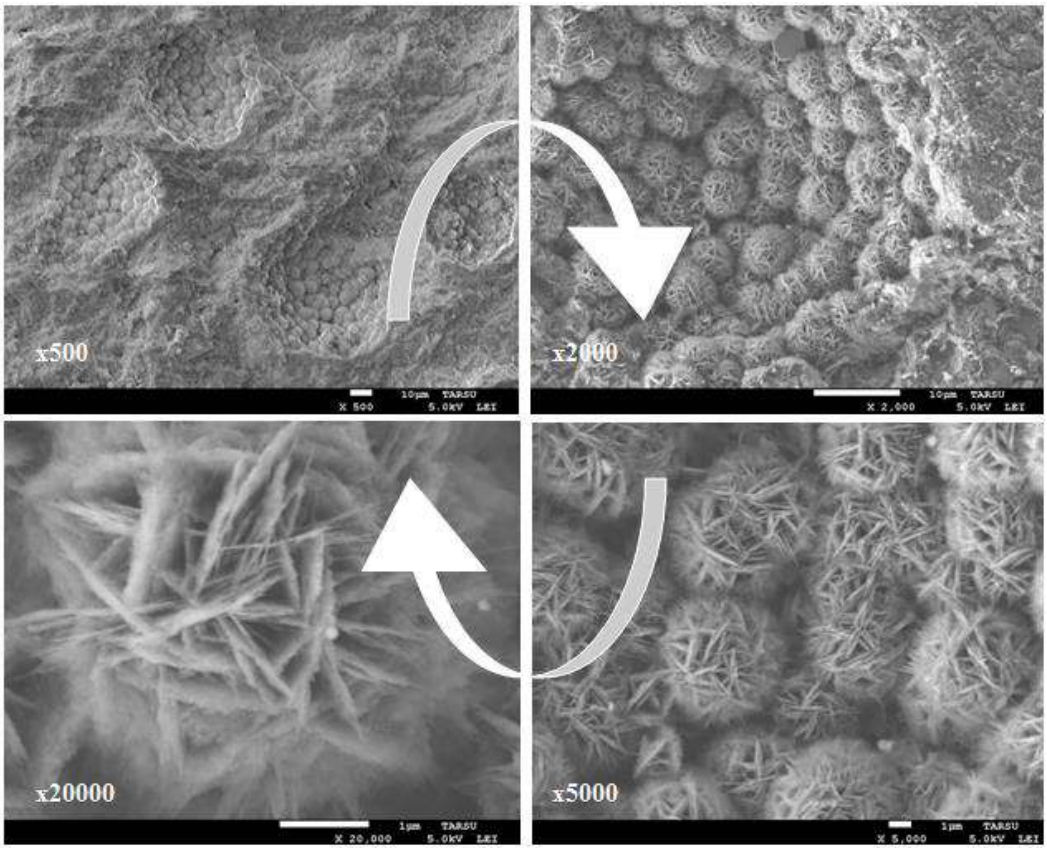


Рис. 1. ПЭМ фотоснимки исследуемых опоковых матриц

Кремнеземсодержащее сырье, являющееся основным компонентом при варке тарного стекла, свидетельствует о том, что не обогащенные кварцевые пески большинства месторождений Казахстана не могут быть использованы при производстве тарного стекла из-за возросших современных требований по качеству и потому что они являются зачастую формовочными [2].

Ввиду тугоплавкости кристаллического кварца, содержащегося в кварцевых песках, встает проблема дополнительного вовлечения в сырьевой оборот новых видов недефицитно-широкодоступных и низкотемпературных аморфно-кремнеземсодержащих горных пород для стеклотарного производства, промышленное использование которых оценены ещё недостаточно полно, хотя они весьма интересны и их перспективы очевидны [2].

В данной работе рассматривается возможность низкотемпературного синтеза стеклофазы при температурах, не превышающих 1200^0C на основе аморфно-кремнеземсодержащих опоковых горных пород, взамен традиционного тугоплавкого химически инерционного кристаллического кварцевого песка, температура варки которого составляет 1550^0C. Тем более что, применение кварцевого стекольного сырья в стеклотарной промышленности требует определенного содержания (%) SiO_2 не менее 95,0-99,8 и вредных примесей Al_2O_3 не более 0,1-4,0; Fe_2O_3 не более 0,01-0,25 и других хромофоров, а также наиболее оптимальный размер зерен 0,1-0,5 мм по гранулометрическому составу [3].

Исследования полевошпатового (рисунок 2) и доломитового (рисунок 3) сырья, сульфата натрия и кальцинированной соды (рисунок 4), используемые в стеклотарном производстве на ТОО «ЕвроКристалл» были выполнены в Испытательной региональной лаборатории инженерного профиля «Конструктивные и биохимические материалы» (ИРЛИП «КиБМ») ЮКГУ им. М.Ауэзова на растровом электронном микроскопе РЭМ JSM-6490LV с максимальной увеличивающей способностью х300 000 раз.

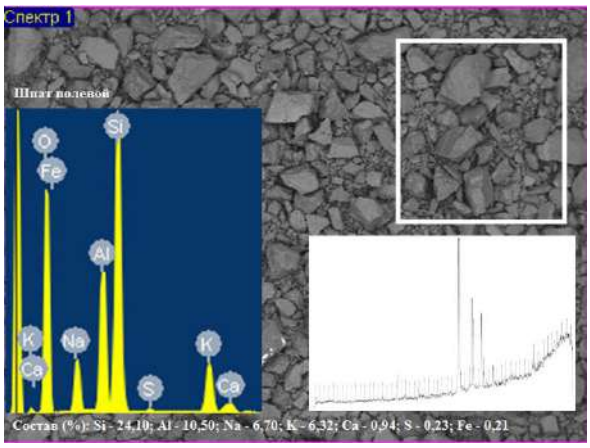


Рис. 2. Химический и рентгенофазовый анализы элементного состава и РЭМ-снимок поверхности скола полевого шпата ПШС 020-21 (ОАО «ВГОК», г.Вишневогорск, РФ)

Полевошпатовое сырье ПШС 020-21 Вишневогорского производства (ОАО «ВГОК», РФ) используемого на стеклотарном заводе ТОО «ЕвроКристалл» имеет следующий составы: химический (%): SiO_2 – 51,55; Al_2O_3 – 19,85; Na_2O – 9,03; K_2O – 7,62; CaO – 1,32; Fe_2O_3 – 0,30 и минералогический (%): шпат – 95; кварц – 5.

Необходимое количество щелочно-земельных оксидов MgO и CaO в стеклотарном производстве обеспечивается за счет введения доломита в состав стекольной шихты, где оксид магния повышает химическую устойчивость и механическую прочность стекла, понижает его способность к кристаллизации, увеличивает прозрачность, уменьшает коэффициент расширения, снижает рабочую температуру при формовке, а оксид кальция придает стеклу термическую стойкость и устойчивость против воздействия химических реагентов и выветривания, но одновременно повышает склонность стекла к кристаллизации [4].

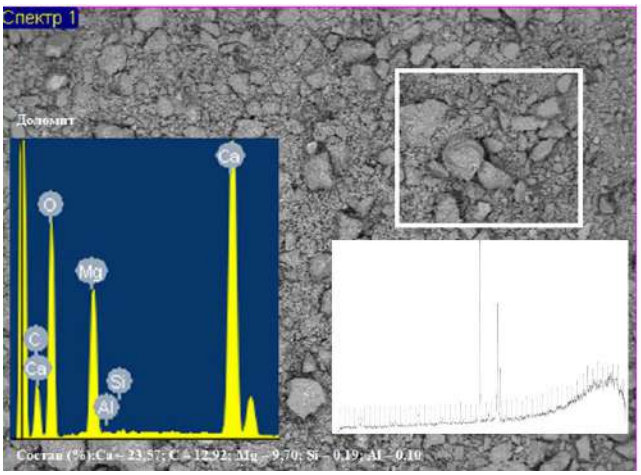


Рис. 3. Химический и рентгенофазовый анализы элементного состава и РЭМ-снимок доломита марки ДМ20-0,10 (ОАО «Кавдоломит», г. Владикавказ, РФ)

Использование чистых однородных доломитов с постоянным химическим составом, содержащие минимальное количество примесей в производстве безцветного тарного стекла в виде оксидов железа по сравнению с выпуском зеленой стеклотары особенно не лимитируются [4].

Благодаря высоким технологическим свойствам и чистоте, а также огромным разведанным и практически неограниченным геологическим запасам (балансовые – 242 млн. тонн, забалансовые – 272 млн. тонн) и благоприятным горнотехническим условиям разработки доломиты месторождения Боснийское, используемые на стеклотарном заводе ТОО «ЕвроКристалл», располагающиеся в РСО-Алания на правом берегу р.Терек в 17 км южнее г.Владикавказа, характеризуются выдержанностью по химическим, минералогическим, петрографическим и физнко-механическим параметрам.

Казахстанские запасы доломита, сосредоточены в трех месторождениях Акмолинской и Карагандинской областях, суммарные запасы которых оцениваются примерно в 200 млн. тонн. В последние годы объем добычи доломита в странах СНГ находится на уровне около 11,0 млн. тонн в год (700 тыс. тонн по Казахстану), где более 80% приходится на долю России [5].

Кальцинированная сода производства ОАО «Башхим» (г.Стерлитамак, РФ) и сульфат натрия ОАО «Химический завод им. Л.Я.Карпова», (Татарстан, РФ), используемых на стеклотарном заводе ТОО «ЕвроКристалл» имеют следующий химический составы (%): сода (Na_2O – 43,97; SiO_2 – 0,36) и сульфат натрия (Na_2O – 43,16; Al_2O_3 – 0,38; CaO – 0,19) (рисунок 4).

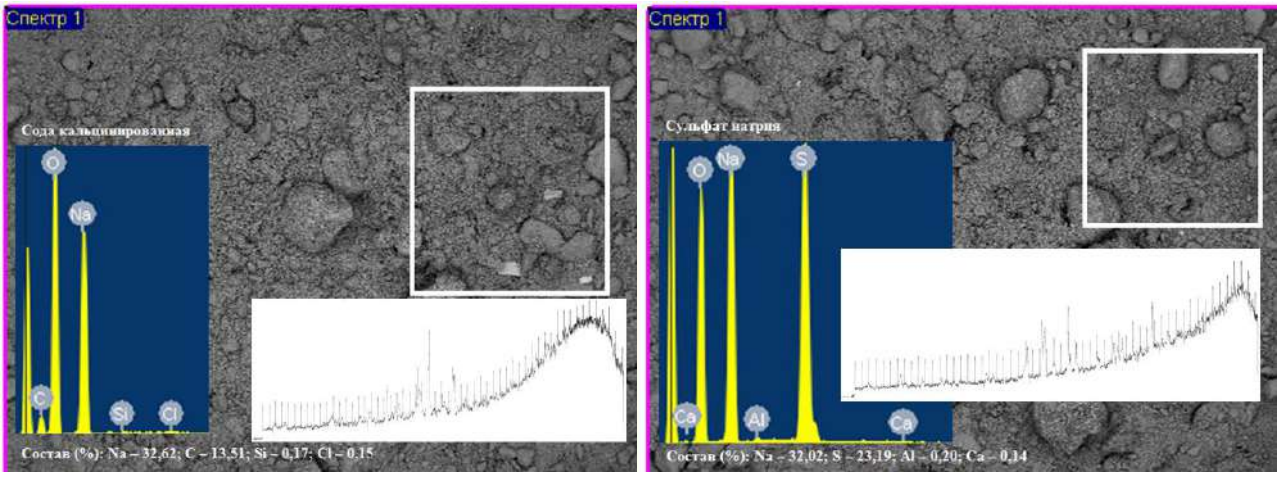
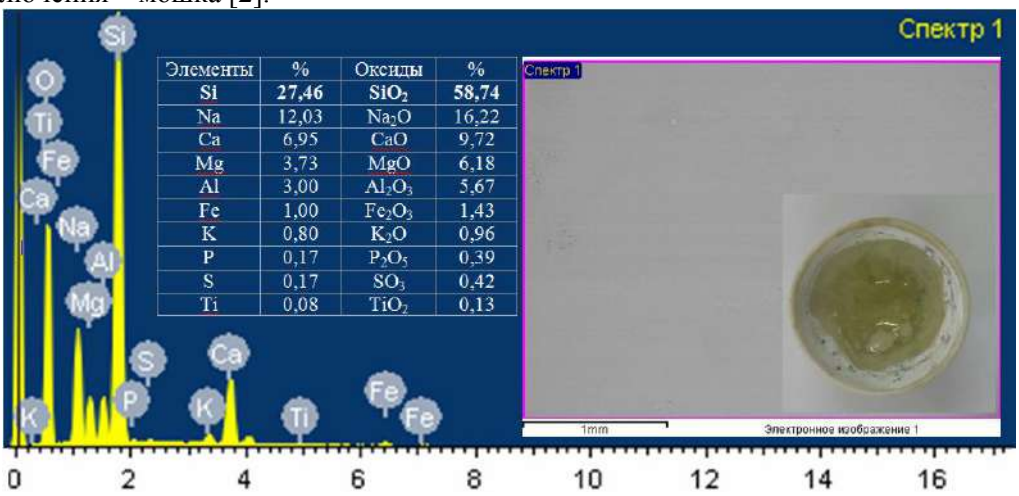


Рис. 4. Химический и рентгенофазовый анализы элементного состава и РЭМ-снимок кальцинированной соды ОАО «Башхим» (г.Стерлитамак, РФ) и сульфата натрия ОАО «Химический завод им. Л.Я.Карпова» (Татарстан, РФ)

Изотермическая обработка при температурах 1100°С и 1200°С с 30 минутной выдержкой показала, что, начиная с 1100°С (рисунок 5) в шихте образуется первичный расплав жидкой фазы с остекловыванием поверхностных слоев, а уже при 1200°С (рисунок 6) происходит интенсивное растворение зерен стеклообразующих компонентов в жидкой фазе, где расплав приобретает зеленый оттенок, что обусловлено растворением аморфно-кремнеземистого компонента шихты – опоки [2].

После термообработки при 1200°С во всех образцах доля нерастворившихся частиц твердой фазы уменьшается, однако присутствует большое количество газовых включений. Полное завершение этапа стеклообразования (растворение кремнеземсодержащих частиц и образование стекольного расплава заданного химического состава) было достигнуто при 1200°С. При этой температуре все образцы хорошо проварены, в них отсутствуют крупные пузыри, но имеются мелкие газовые включения – мошка [2].



Элементы	%	Оксиды	%
Si	**27,46**	**SiO_2**	**58,74**
Na	12,03	Na_2O	16,22
Ca	6,95	CaO	9,72
Mg	3,73	MgO	6,18
Al	3,00	Al_2O_3	5,67
Fe	1,00	Fe_2O_3	1,43
K	0,80	K_2O	0,96
P	0,17	P_2O_5	0,39
S	0,17	SO_3	0,42
Ti	0,08	TiO_2	0,13

Рис. 5. Химический анализ элементного состава и РЭМ-снимок разработанной шихты на основе аморфно-кремнеземистых опок после изотермической обработки при 1100°С

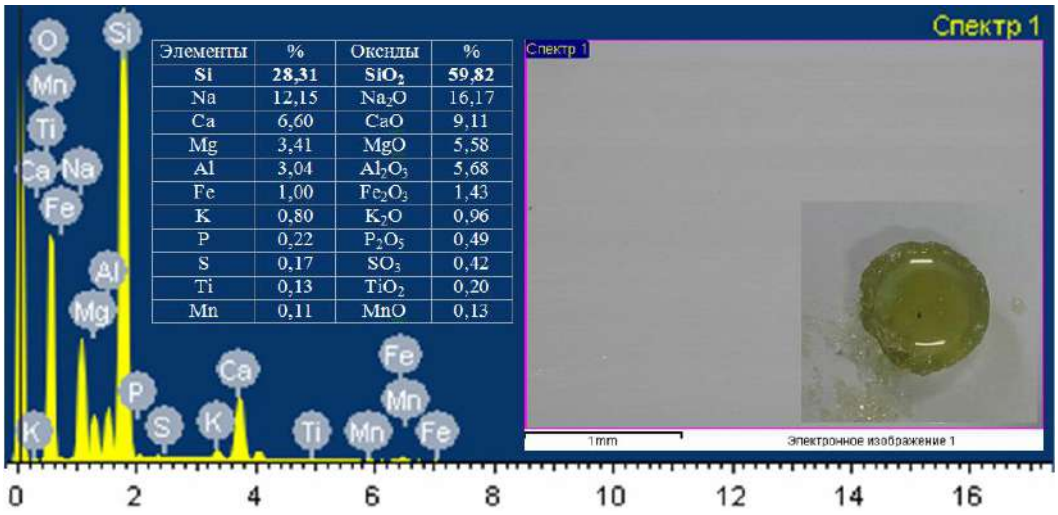


Рис. 6. Химический анализ элементного состава и РЭМ-снимок разработанной шихты на основе аморфно-кремнеземистых опок после изотермической обработки при 1200°С

Полученные образцы стекла на основе исследуемых опок имеют характерную зеленую окраску с насыщенным изумрудным цветом, обусловленную присутствием в породе до 2% оксидов железа.

Таким образом, снижение энергетических затрат на стекловарение происходит за счет использования южно-казахстанских аморфно-кремнеземистых опоковых горных пород, путем интенсификации низкотемпературного синтеза стеклофазы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Жакипбаев Б.Е. Разработка и создание высокоэффективной технологии пеностекла на основе кремнистых криптокристаллических осадочно-химических пород ЮКО: дисс. … доктор PhD: 6D07200 / Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова. -Шымкент, 2014. – 117 с.

[2] Жакипбаев Б.Е., Кумарбекова К.И., Кунтубаева М.Н. К вопросу о физико-химических условий образования кристаллических включений в расплавах стекломассы стекольных заводов. Труды Международной научно-практической конференции: «Ауэзовские чтения – 14: Инновационный потенциал науки и образования Казахстана в новой глобальной реальности» ЮКГУ им.М.Ауэзова. –Шымкент, 2016. Т1. –С.89-90

[3] Обзор рынка кварцевого стекольного сырья в СНГ. ИнфоМайн. М.: 2011. – 16 с.

[4] ОАО «Кавдоломит» Бизнес-план «Полное технологическое переоснащение и расширение производства». Владикавказ: 2011. – 95 с.

[5] Обзор рынка доломита в СНГ и прогноз его развития в условиях кризиса. ИнфоМайн. М.: 2009. – 15 с.

Жакипбаев Б.Е., Кан К.С., Кулмаханова А.Ш., Кунтубаева М.Н.

Таралық шыны өндірісіндегі Оңтүстік Қазақстан аморфты-кремнеземді тау жыныстарының опокалы матрицаларын қолдану арқылы шыныфазаның төмен температуралы синтезі

Түйіндеме. Қайнату температурасы 1550^0С болатын дәстүрлі балқуы қиын химиялық инертті кристалды кварцты құмның орнына 1200^0С-тан аспайтын аморфты-кремнеземді опокалы тау жыныстарының шыныфазаның төмен температуралы синтезінің мүмкіндігі қарастырылған. Таралық шыны өндірісіндегі қолданылатын шикізат материалдарының мәліметтері келтірілген. Шыны қайнатудағы дәстүрлі балқуы қиын кристалды кварцты құмды алмастыру үшін аморфты-кремнеземді опокалы тау жыныстарын қолдану мүмкіндіктері зерттелген. Зерттелініп жатқан опокалы матрицалар тығыз орналасқан домалақ минералды агрегаттар (фракталдар) болып, ал олар химиялық белсенді рентген-аморфты кремнеземнің нано- және микробөлшектерінен домалақ фазалардан қалыптасқандары анықталған. Силикат- және шыны пайда болу сатыларындағы опокалар негізінде шыны шихталарының тәртібінің ерекшелігі анықталған. Шыны пайда болу және шыны массаның жарықтандыруға байланысты опокалардың белсенділік әрекеті анықталған. Бұл зерттеуде шыны қайнатудағы энергетикалық шығындарды төмендетуге әсерін тигізетін шыныфазаның төмен температуралы синтезінің белсендіру арқылы Оңтүстік Қазақстан аморфты-кремнеземді опокалы тау жыныстарының қолдану сұрақтары шешімін табуда.

Кілтті сөздер: аморфты-кремнеземді тау жыныстары, опокалар, домалақ минералды агрегаттар (фракталдар), шынымасса, шыны қайнату, таралық шыны, шыныфазаның төмен температуралы синтезі

Zhakipbayev B.Ye., Kan X.S., Kulmakhanova A.Sh., Kuntubayeva M.N.

Low-temperature synthesis of glass phase through the use of opok matrices South Kazakhstan amorphous siliceous rocks in the production of container glass

Summary. The possibility of low temperature synthesis glass phase at temperatures not exceeding 1200^0C based amorphous-siliceous opok rocks, rather than the traditional refractory chemical inertia crystalline quartz sand, which is the cooking temperature 1550^0C. The data on raw materials used in the production glass containers. The possibility of using amorphous siliceous opok rocks in glass melting for replacement of traditional refractory crystalline quartz sand. It is established that the researched opok matrices are tiny densely packed spheroidal mineral aggregates-fractals, formed of round phase of nano- and microparticles reactive X-ray amorphous siliceous. The features of the behavior of glass batches on based opoks on the stages of the silicate- and glass formation. It is established intensifying action opoks on glass formation and lighting glass mass. In this research solved questions of use South Kazakhstan amorphous-siliceous opok rocks due to intensification of the low-temperature synthesis of glass phase, which may affect the reduction in energy costs for glass melting.

Key words: amorphous, siliceous rocks, opoks, spheroidal mineral aggregates (fractals), glass mass, glass melting, container glass, low-temperature synthesis of glass phase

УДК 631.85:66

Аманбаева Ф.С., Қадірбаева А.А.
(Южно-Казахстанский государственный университет им. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, diac_2003@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАРГАНЕЦ - СОДЕРЖАЩИХ НИТРОФОСФАТОВ

Резюме. Приведены основные показатели стадии разложения и декорбонизации фосфорита с получением нитрофосфатов.Разработана технологическая схема получения марганец - содержащих нитрофосфатов.

Ключевые слова: фосфорит, азотная кислота, pH, нитрофосфаты, минеральные удобрения.

Несмотря на экономический рост и увеличение спроса на продукты питания в большинстве регионов мира, прогноз потребления минеральных удобрений продолжает оставаться неопределенным на многих региональных рынках.

Анализ почв сельскохозяйственных угодий в последние годы выявил тенденцию к снижению в них таких важных макро- и микроэлементов, как кальций, магний, сера, марганец итд. Доля таких земель составляет 30-40 % от общих пахотных угодий [1]. Особое значение имеет кальций, необходимый растениям для развития корневой системы, способствующий образованию белков, являющийся нейтрализатором органических кислот и ослабляющий вредное действие избытка катионов водорода, алюминия и аммония. Недостаточное количество кальция в пище влечет более активное поглощение организмом человека стронция, что приводит к неправильному развитию скелета и ослаблению костных тканей [2].

Рост спроса на фосфатные удобрения на рынках развитых стран будет относительно вялым, в отличие от развивающихся стран Азии и Латинской Америки, где за последние два десятилетия ежегодный рост потребления фосфатов составил почти 4%. Характерно, что в общем потреблении фосфатов более высокими темпами растет доля высоко-концентрированных сложных удобрений, главным образом диаммофоса и NPK, потребление которых выросло с 14 млн тонн в начале 80-х годов до более чем 21 млн тонн в 1998-1999 гг.[3]

Поэтому исследование и разработка технологии нового комплексного высокотехнологичного кальцийсодержащего удобрения для сельскохозяйственного производства в Казахстане на основе азотнокислотной переработки природных фосфатов является актуальной. С другой стороны, несмотря на большие достижения науки в области производства комплексных удобрений для сельского хозяйства, в настоящее время они остаются практически недоступными для отечественного производителя из-за высокой стоимости. Поэтому около 90 % производимых в стране туков продаются за рубеж. Получение удобрения с регулируемой растворимостью, по укороченной технологической схеме, с более низкими инвестиционными и энергетическими затратами представляется весьма перспективным.

Таким удобрением является нитрофосфатов со содержанием марганца, в котором соотношение $CaO:P_2O_5$ регулируется введением в реакционную массу углекислоты (карбонат-иона). Изменяя степень карбонизации (количество связанного в карбонат кальция) можно получать удобрение с различным соотношением водо- и цитрато-растворимого фосфора, используемого для различных почвенно-климатических зон.

Нами было исследовано получения нитрофосфатов из низкосортного фосфорита с азотнокислотным разложением.Для экспериментов был использован фосфорит месторождения Акжар бассейна Каратау состава в масс%: P_2O_5-20,9; CaO-31,9; CO_2-12,9; MgO-4,5; AI_2O_3-0,68; Fe_2O_3-0,58; Н.О.- 24,8; F-1,43. В качестве кислоты используют азотную кислоту концентрации 50% с избытком 10% сверх стехиометрии. Фосфорит разлагают при Т:Ж=0,8, при температура 60^0С в течение 60 минут. После выделение тетрагидратнитрата кальция фильтрат или азотнофосфорнокислотную вытяжку предварительно нейтрализуют аммиаком до рН 0,6. Частично нейтрализованную азотнофосфорнокислотную вытяжку направляют на разложение низкосортного фосфата.Результаты исследования приведены в таблице 1,2.

Таблица 1. **Показатели стадии разложения фосфоритов азотной кислотой**

№	Время разложения, мин	Температура разложения, ^{0}С	С(HNO_3), %	Избыток азотной кислоты, %	Температура выделения тетрагидрата кальция,^{0}С	Степень выделения тетрагидрата кальция,%
1	60	50	50	10	-10	75
2	60	55	50	10	-10	75
3	60	60	50	10	-10	75
4	60	70	50	10	-10	75
5	60	75	50	10	-10	75

Таблица 2. **Показатели стадии нейтрализации фильтрата аммиаком**

№	Состав фосфорита,					рН нейтрализации	Т:Ж	Т,^{0}С	τ,мин	α,% декорбонизации CO_2
	P_2O_5	CaO	CO_2	F	Н.О.					
1	20,9	31,9	12,9	1,43	24,8	0,6	0,8	60	30	80
2	20,9	31,9	12,9	1,43	24,8	0,95	0,8:1	60	30	75
3	20,9	31,9	12,9	1,43	24,8	1,15	1:1	60	60	85

По данным таблицы видно, что с увеличением рН и Т:Ж степень декарбонизация фосфорита изменяется и составляет 75-85%, т.е выделяется газовую фазу около 80% CO_2.

Далее полученную пульпу нейтрализуют до рН 5,2 добавлением аммиака. Пульпа имеет влажность около 27%. После выпаривание до влажности 10% ее смешиваютс плавом аммиачной селитры и солью марганца.При получении марки $N:P_2O_5:K_2O$= 1:1:1 в пульпу вводят хлористый калий. Состав полученного продукта показано в таблице 3.

Таблица 3. **Состав полученного продукта**

Сложные удобрения	Влаж-ность,%	$P_2O_{5общий}$,%	$P_2O_{5усв}$,%	$P_2O_{5водн}$,%	K_2O,%	$N_{общий}$,%	F, %	Mn, %
	1	15.28	14.94	8.22	15.19	15.36	1.38	0,9

Порезультатомисследованияразработаны технологическая схема получения нитрофосфатов с содержанием марганца. Технологическая схема приведена ниже (рисунок 1).

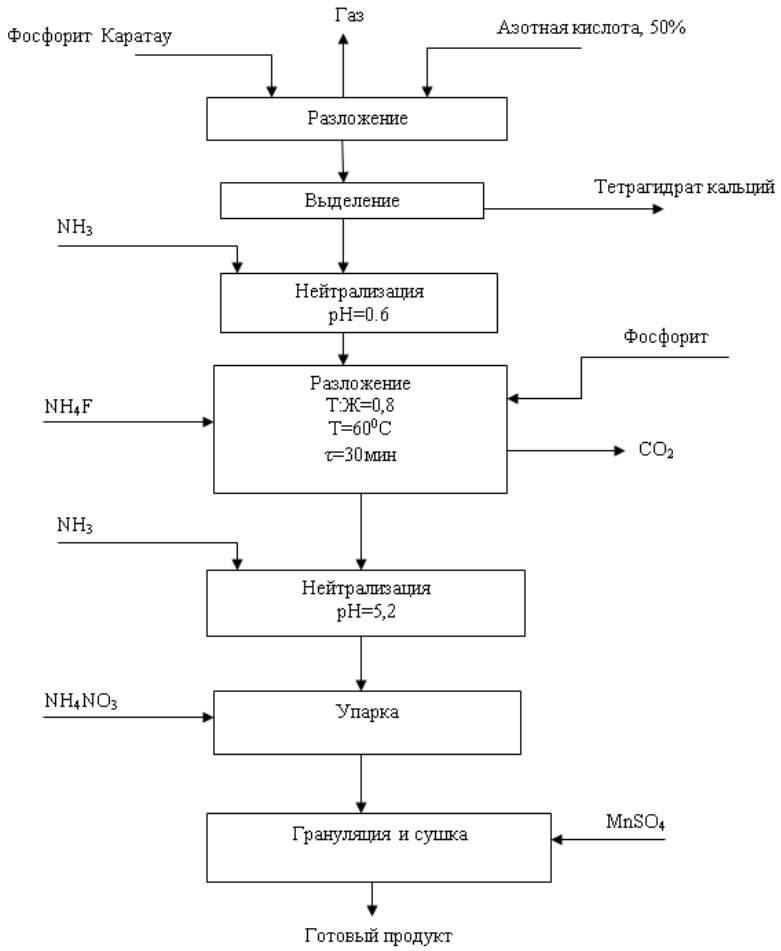


Рис. 1. Принципально-технологическая схема получения марганец-содержащих нитрофосфатов

ЛИТЕРАТУРА

[1] Дмитревский Б.А. Свойства, получение и применение минеральных удобрений: учебное пособие / Б.А. Дмитревский, В.И. Юрьева, В.А. Смелик и др.-СПб.: Проспект Науки,2013-326с.

[2] Перспективы обеспеченности промышленности минеральных удобрений фосфатным сырьем Текст. / А.И. Ангелов, Д.П. Алейнов, Б.В. Левин, А.А.Барбашин//Химическая промышленность сегодня.-2006.№7-С.11-17.

[3] Модифицирование азотно-кислотной вытяжки полифосфатом аммония Текст.матер. Междунар. Науч.-техн.конф./ В.Г. Артеменко, О.П. Акаев, Т.И. Озерова, В.В. Гунин//техника и технология защиты окружающей среды.-Минск:БГТУ,2006.-С.11-78

Аманбаева Ф.С., Қадірбаева А.А.

Марганец құрамдас нитрофосфаттарды алу технологиясын зерттеу

Түйіндеме. Мақалада нитрофосфатты Каратау фосфоритінен алудың негізгі сатыларының көрсеткіштері мен құрамдары келтірілген. Сондай-ақ зерттеу нәтижесі бойынша марганец құрамды нитрофосфатты алудың принципалды-технологиялық сызбасы құрастырылды.

Кілт сөздер: фосфорит, азот қышқылы, pH, нитрофосфаттар, минералды тыңайтқыштар

Amanbaeva F.S., Kadirbayeva A.A.

Research technology of manganese hydrogen phosphate

Summary. The article presents the main indicators of the stage of decomposition and decarbonization phosphorite to give nitrophosphates. Developed a technological scheme of the manganese - containing nitrophosphates.

Key words: phosphorite, nitric acid, pH, nitrophosphate, fertilizers

УДК 669.01

Св.С. Квон, В.Ю. Куликов, А.Р. Абильдина, А.Е. Омарова
(Карагандинский Государственный технический университет,
Караганда, Республика Казахстан, Erkezhan_2301@bk.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ НА ПРОЦЕСС МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ

Аннотация. Исследованы взаимосвязи фракционного состава железной руды на процесс магнитной сепарации. Показано, исследований фракционного состава магнетитовых руд месторождения Бапы на эффективность сухой магнитной сепарации. В работе проведен сравнительный анализ четырех проб железорудного концентрата, подвергнутых последовательному измельчению и ситовому анализу. Экспериментально подтвержден рост поверхностной энергии проб с уменьшением среднего размера ее частиц. Установлена закономерная зависимость содержания магнетита в пробе от времени измельчения и поверхностной энергии ансамбля частиц.

Ключевые слова: позитометр, ферритометр, дробление, магнитная сепарация, железная руда, фракционный анализ, железорудный концентрат, обогащение.

Основными этапами подготовки железных руд к плавке являются дробление с последующей сортировкой, обогащение (в основном, магнитная сепарация) и окускование. Магнитная сепарация, как способ обогащения, основан на разной магнитной восприимчивости составляющих железной руды. Для магнетита, как сильного ферромагнетика, эта величина колеблется в пределах 0,3 – 2,0 СГС; для SiO_2, как основной составляющей пустой породы – на несколько порядков ниже.

В работах [1, 2] отмечено, что магнитная восприимчивость зависит от размера частиц. Следовательно, фракционный состав железной руды, поступающей на магнитную сепарацию, влияет на величину магнитной восприимчивости и, в конечном итоге, на эффективность процесса магнитной сепарации.

Целью данной работы является исследование взаимосвязи фракционный состав – магнитная восприимчивость.

Надо отметить, что фракционный состав является достаточно «расплывчатой» характеристикой, т.к. разделение по фракциям не дает полной информации о реальном содержании частиц определенного размера. Например, фракция 0-10мм, которую дают большинство производителей железорудного концентрата, содержит различные мелкие фракции, которые несомненно оказывают влияние на величину магнитной восприимчивости. В качестве некоторого условного показателя фракционного состава в данном случае предлагается использовать значение поверхностной энергии.

Поверхностная энергия достаточно трудно определить экспериментально, хотя существуют различные экспериментальные методы [2]. Расчетные методы также дают весьма приближенные результаты. Однако в данном исследовании абсолютное значение поверхностной энергии не играет решающей роли, т.к. служит лишь условной характеристикой для проведения сравнительного анализа.

Оценку поверхностной энергии в первом приближении можно провести по эмпирической формуле:

$$\sigma_p = \sigma_0 * s * Q \quad (1)$$

где: s – поверхность руды после дробления;

Q – доля магнетита в руде

$Б_0$ –поверхностная энергия чистого магнетита, равна $10{,}07 * 10^3$ эрг/см.

Последняя величина определена экспериментально [2] и хорошо согласуется с данными других авторов.

Надо отметить, что при расчете учитывалась поверхность всех составляющих, в том числе и пустой породы. Данное допущение является не совсем корректным, но как уже отмечалось, нас интересует не абсолютное значение поверхностной энергии, а некоторый критерий для проведения сравнительного анализа. Т.к. расчет проводится с одними и теми же систематическими ошибками, то

в качестве сравнительного критерия такая величина вполне приемлема.

Объектом исследования служила железная руда месторождения Бапы, состав по данным усредненной пробы следующий: содержание Fe в руде - 32-34%; содержание Fe в концентрате -52%; содержание SiO_2 – около 9%, крупность 0-10мм.

Железорудный концентрат месторождения Бапы был подвергнут дополнительному измельчению. Измельчение проводили на планетарной мельнице RetschEmax с разным временем измельчения. После этого был проведен фракционный анализ на просеивающей машине AS 200.Данные исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Результаты фракционного анализа в зависимости от времени измельчения**

№ образца	Время измельчения, мин	Доля фракции +5мм, %	Доля фракции 5-2мм, %	Доля фракции 2мм-500мкм, %	Доля фракции 500-200мкм, %	Доля фракции -200мкм, %
1	2	74	16	7	3	-
2	5	45	36	12	5	2
3	10	3	15	62	14	6
4	15	1	12	34	29	34

После измельчения определялась поверхность образца. Анализ проводился на ртутном порозиметре Pascal 140. Данные были использованы для расчета поверхностной энергии по формуле (1). Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. **Данные исследований по определению поверхностной энергии и поверхности**

№ образца	Поверхность, $м^2/г$	Расчетное значение поверхностной энергии х 10^3, эрг/см
1	5,2	17,8
2	8,4	28,7
3	10,8	36,9
4	14,4	49,3

Далее образцы были изучены на предмет магнитной восприимчивости. Исследования проводили на автоматической магнитной установке МК-3Э, одновременно проводили измерения массового содержания магнетита на ферритометре МК-4Ф. Данные приведены в таблице 3.

Как видно из данных таблицы 3 наибольшей магнитной восприимчивостью обладает образец № 3 (10 минут измельчения). Этот же образец содержит максимальное количество магнетита и, следовательно, количество железа. Таким образом, именно при данных значениях поверхностной энергии и соответствующем фракционном составе железной руды перед обогащением следует ожидать наибольший выход годного при магнитной сепарации.

Интересно отметить тот факт, что при определенном увеличении доли мелкой фракции (образец №4) магнитная восприимчивость не только не увеличивается, как можно ожидать, но даже падает с 1,8 до 1,5.

Таблица 3. **Данные по магнитной восприимчивости в зависимости от поверхностной энергии**

№ образца	Расчетное значение поверхностной энергии х 10^3, эрг/см	Магнитная восприимчивость	Содержание магнетита в пробе, %
1	17,8	0, 35	46,9
2	28,7	1,1	48,5
3	36,9	1,8	51,3
4	49,3	1,5	50,2

Этот факт отмечается также и другими авторами, которые подтверждают, что с уменьшением крупности частиц магнетита коэрцетивная сила возрастает, а магнитная восприимчивость падает. Этому явлению препятствует магнитнаяфлокуляция частиц [4] и образование магнитных «прядей». Однако, как правило, это явление развивается при мокрой магнитной сепарации. Т.к. при обогащении железной руды месторождения Бапы используется сухая магнитная сепарация, то, по-видимому, следует ограничиться долей мелкой фракции -500мкм порядка 15%.

Заключение

1.Установлена эмпирическая зависимость между фракционным составом железной руды месторождения Бапы, поверхностной энергией и содержанием магнетита.

2. Экспериментально показано, что наилучшие значения магнитной восприимчивости и содержания магнетита в пробе достигаются, когда доля фракции 2мм-500мкм составляет порядка 60%, при этом доля фракции – 500 мкм не должна превышать 15%.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Портнов В.С., Юров В.М., Ахметов М.С. Энергия диспергирования упорных руд и минералов. Монография, Изд-во КарГТУ 2014г., 160с.

[2] Портнов В.С., Пузеева М.П. Способ измерения поверхностного натяжения магнитных материалов // патент РК № 58158, 2009

[3] Юров В.М. «Магнитная восприимчивость малых частиц ферромагнетиков» Эл/журнал «Современны5е проблемы науки и образования» ISSN2070-7428, Перечень ВАК ИФ РИНЦ=0,941

[4] Тезисы докладов конференции «ФиНаТ-2004», статья «Магнитное обогащение просыпи тонкоизмельченного магнетита».

Квон Св.С., Куликов В.Ю., Абильдина А.Р., Омарова А.Е.

Магниттік сепарация үрдісіне темір кеніндегі фракциялық құрамының әсерін зерттеу

Андатпа. Бұл жұмыста магниттік сепарация үрдісіне темір кеніндегі фракциялық құрамының әсері зерттелді. Бапы кен орнындағы магнитті фракциялық құрамын құрғақ магнитті сепарация тиімділігіне зерттелу көрсетілді. Жұмыста ұсақталу және елеу талдау тізбектеріне ұшыраған, темір кені концентратының төрт сынама салыстырмалы талдауы жүргізілді. Оның бөлігінің орташа көлемі азауымен сынама беттік энергиясының өсуі тәжірибелік дәлелденді. Бөлшек беттік энергиясынан және ұсақтау уақытынан сынамада магнит құрамы тәуелділік заңдылығы анықталды.

Түйінді сөздер. позитометр, ферритометр, ұсақталу, магниттік сепарация, темір кені, фракциялық талдау, темір кенді концентрат, байыту.

Kvon Sv.S., Kulikov V.Y., Abildina A.R., Omarova A.E.

Study of fractional composition Iron ore magnetic separation process

Summary. The paper studied the relationship of fractional composition of iron ore in the process of magnetic separation. It is shown fractional composition of magnetite ore deposits Bapy studies on the efficiency of the dry magnetic separation. The comparative analysis of four samples of iron ore concentrate subjected to successive grinding and sieve analysis. Experimentally confirmed increase the surface energy of the samples with decreasing average size of its particles. The regularities of the dependence of magnetite content in the sample from the time of grinding the surface of the particles and the energy of the ensemble.

Key words: pozitometr, ferritometers, grinding, magnetic separation, iron ore, fractional analysis, iron ore concentrate, beneficiation.

UDC 007.52

[1]E.A. Altay, [1]D.N. Koishibayev, [2]D. Shayakmetkizi
[1](Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev,
Almaty, Republic of Kazakhstan, aeldos@inbox.ru)
[2](St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics,
Russia, Saint-Petersburg)

COMPUTER MODELING AND DESIGN OF HARDWARE CARDIOGRAPHY

Abstract: In this paper designed and simulated hardware electrocardiograph on modern element base. We calculate basic statistical parameters of cardio, the degree of deviation of the signal is within the confidence interval of ± σ with improved signal / noise ratio. The frequency spectra before and after filtration cardio. Secured wireless transmission through medical cardio frequency.

Keywords: cardiograph filters frequency, signal processing, interference, chip.

Introduction. According to World Health Organization statistics (WHO), cardiovascular diseases (CVD) are the leading cause of death of the country [1]. To reduce these statistics is not effective medical devices. The current state of radio engineering and computing means is this possibility: portable cardiographs can monitor the patient's condition and can transfer them to the medical organization [2-4].

In connection with the necessity of modernization of modern medical equipment needed new ways to improve the accuracy and stability of cardio cardiograph registration. One of the major problems for cardio is the filtration system. The use of filtering techniques provides a well-defined teeth cardiogram.

The aim is to develop a cardiograph scheme on modern element base. It is necessary to provide filtering cardio and transmit the ECG wirelessly in the health center.

Cardiograph - meter registering the bioelectric activity of the heart. Today there are many types of cardiographs with different leads. Leads - a recording electrode. For example, a distinction is made between analog or computer (digital), electrocardiography (ECG). The differences between analog and digital methods of electrocardiography by the metrological and technical characteristics specified in [5-6].

Modern portable cardiograph features a modern element base. For the construction of the hardware elements are selected cardiograph and chip company Texas Instruments (TI). The company provides Texas Instruments compact components, reduces the rate of energy consumption, and a leader in the field of digital signal processing for biomedical applications. Low power consumption indicates a high diagnostic accuracy [6-8] ..

The microprocessor company TI ADS1298 is designed for use in biomedical applications and is used for registration of cardio. Figure 1 is a block diagram of a recording cardiology.

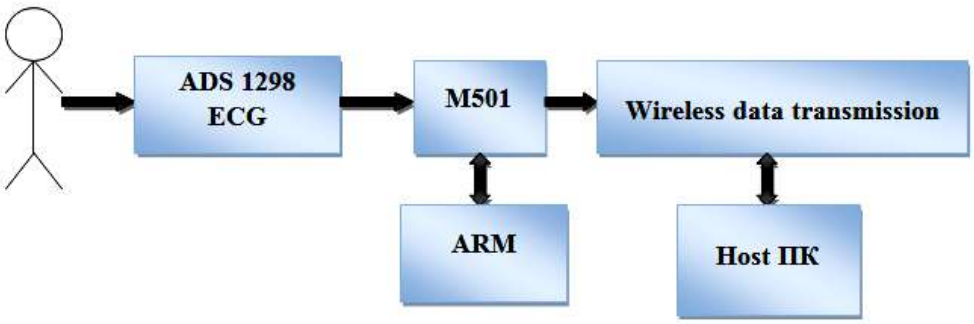


Figure 1. Block diagram of cardio registrar

ECG data acquisition system based on ADS1298 includes information collection module and wireless module. The first module is responsible for obtaining ECG data and a second module for wireless ECG data. M051 has high performance. Figure 2 M051 is used to control transmission of ECG data.

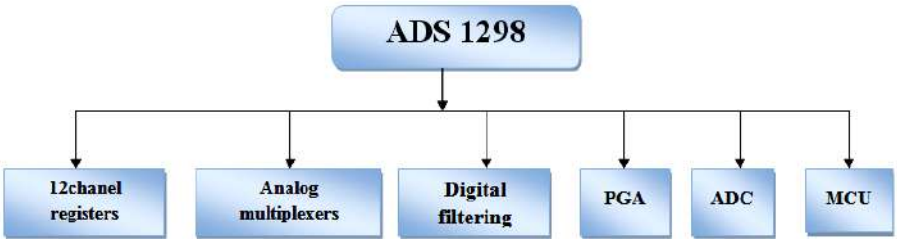


Figure 2. Expanded microcontroller circuit ADS1298

Wireless data transmission unit consists of a PC and a microcontroller MCU (microcontroller core processor) wherein nRF24LE used as a wireless communication module. The controller nRF24LE1 integrated transceiver and antenna data. The controller on frequency 2.4-2.5GHz ISM (industrial, scientific and medical band), transmits cardiogram wireless. M051 is used for ADS1298 ECG data and transfer nRF24LE1 by MCU via SPI interface (the interface for data transfer). ARM (RICS improved machine) - microcontroller with reduced instruction set. It is used for control and data transmission.

Because of the tiny size and low power, 12-channel ECG data collection based on ADS1298 is ideal for applications where miniaturization is a key requirement.

Over the years, various methods of removing the interference / noise ECG signal. Over the years, we identified various methods of removing interference / noise ECG signal [9]. But some analog and digital approaches to this problem are not fully represented. For example, the use of an adaptive filter for digital processing of cardio is not completely smooth out noise / disturbance of the cardiac cycle. It should also be noted that there are, from the electrical noise of 50Hz to follow different approaches filtration system. Electrocardiosignals has a frequency range from 5 Hz to 100 Hz [10].

The blocking filter algorithm actively suppresses the interference power from the mains 50Hz. Uniform ripple noise from the power signal has a higher order, which increases the computational complexity. Application of the blocking filter algorithm does not distort the shape of cardio, for onward transmission to the ECG to doctors. To implement filtering notch cardio the filter parameters determined. As filtration system cardio research was conducted computer simulations. ECG signal from the MATLAB code generated in real time. This filtering method has many advantages in the simulation waveforms of cardio. Firstly, time saving, and secondly, the noise elimination and thirdly, a simple peak detection Q, R, S and P waves, T. QRS complex teeth and P T is a fundamental characteristic of the electrocardiogram.

Typical scalar ECG should look like Figure 2 (c). The essential features of the waveform - a wave of P, Q, R, S, and the duration of each wave and the time intervals, such as P-R, S-T and Q-T [11].

The simulation results showed that all components of the cardio-identified without the "parasitic" and harmonic distortion. The selected type of filter adapted to process the ECG signals.

American Association (American Association) has defined standard requirements for clinical ECG filtering equipment. Noisy ECG signal is evaluated on the basis of improving the signal / noise ratio the SNR (Signal to noise ratio, SNR), formula (1), the standard deviation of MSE (Mean Square Error, MSE) (2) and signal dispersion (3) [12-13].

$$SNR = 10\log\left[\frac{\sum_{i-1}^{N} x(i)^2}{\sum_{i-1}^{n}(x(i)) - \overline{x(l))^2}}\right] \quad (1)$$

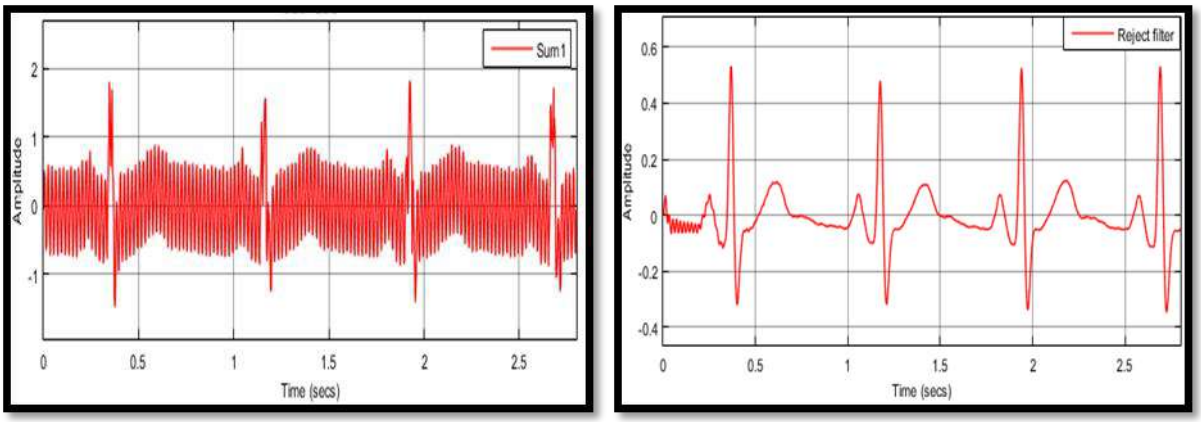
where, $x(i)$ – input cardio signals, $\overline{x(i)}$ – noise cardio signals, N – length cardio signals

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x(i) - \overline{x(l))^2}, \quad (2)$$

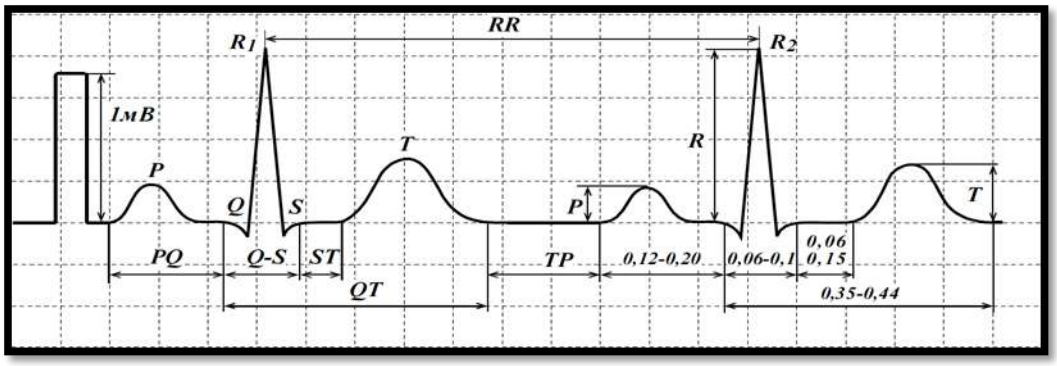
where, $x(i)$ – input cardio signals, $\overline{x(i)}$ – noise cardio signals, N – length cardio signals

$$D = \sqrt{MSE} \quad (3)$$

where, MSE – Mean Square Error.



a) b)



c)

Figure 3. The results of computer simulation: noisy cardio (a); filtered cardio (b); typical scalar ECG (c)

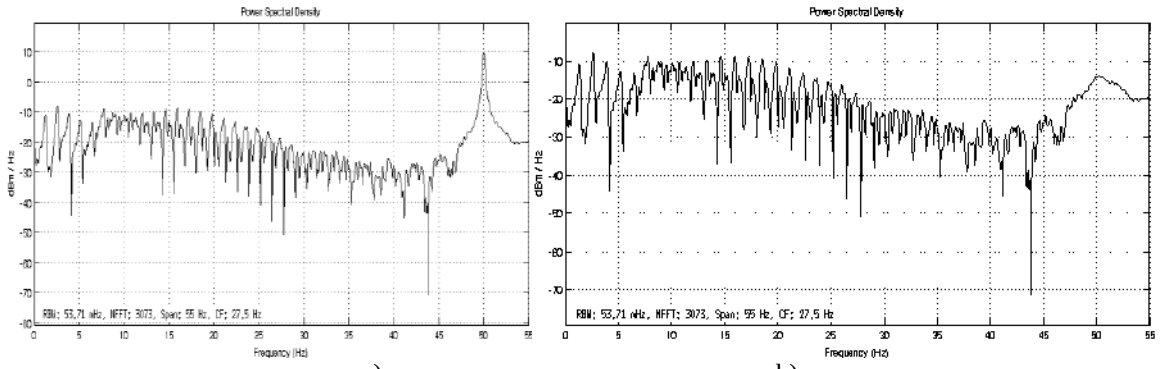
Parameter calculating SNR, MSE and dispersion are given in Table 1.

Table 1. **Values of parameters before and after filtration**

Cardio signal	Before filtering			After filtering		
	SNR, дБ	MSE	D	SNR, дБ	MSE	D
ECG	-0.7928	0.3424	0.585	-3.0756	0.1456	0.381

According to the results of calculating SNR, MSE and dispersions for the notch filter can be said that the value of the parameter before filtering SNR = 0,7928dB, MSE = 0.3424 and D = 0.585.Posle cardio signal filter, parameter values SNR = - 0,30756dB respectively MSE = 0.1456 and D = 0.381. The smaller SNR value of the parameter, the better.

The frequency spectra were determined for cardio filter state estimation.



a) b)

Figure 4. Frequency spectra of cardio: frequency spectra before filtering (a); after filtration (b);

As shown in Figure 4, the frequency spectra of the composition before filtering It has a harmonic 50Hz. Accordingly, the frequency spectrum after the filtering may be noted that the filtered noise amplitude, frequency content decreased. The notch filter coped with EKG signal. Ready cardiograms analyze or transfer in the health center.

The development of portable systems for remote monitoring of cardiac activity is one of current trends in the field of telemedicine and remote medical diagnostics. ECG transmission will be through the SPI interface and via the transceiver, figure 4 [14].

The wireless data transfer unit uses the controller nRF24L01. In this controller writes the local address of the medical center. Also, the controller is integrated antenna operating at a frequency of medical ISM 2.4 - 2.5 GHz. With this antenna installed on the local address is transmitted ECG.

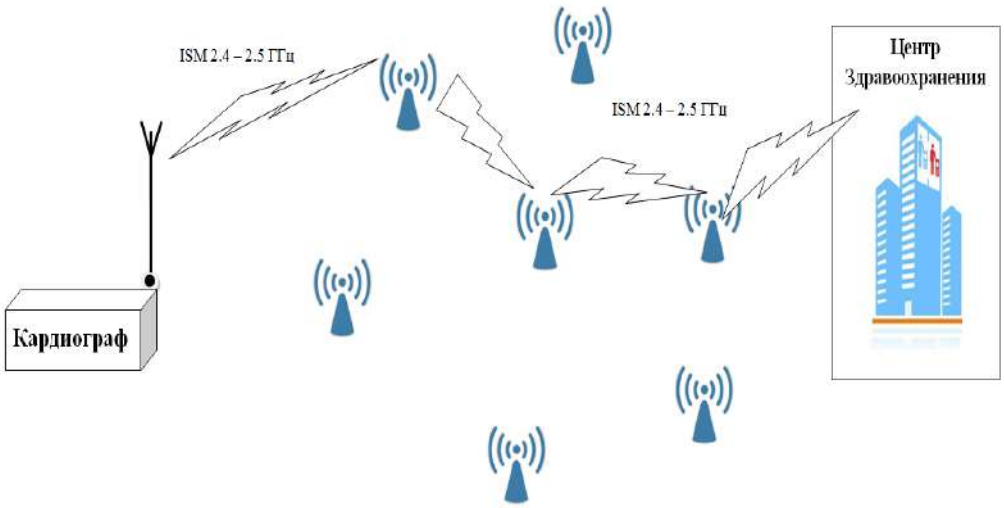


Figure 5. Transfer of cardio wirelessly

As shown in Figure 5, cardio on ISM frequency transmitted from point to send the signal to the tower of reception and transmission, continue to the nearest tower, and so consistently to the health center.

Local address for the patient previously tied to the identification name of the patient to the doctor diagnostician knew for a patient enters a cardiogram. After the doctors treated cardiogram and diagnose.

Conclusion. The work developed a portable cardiograph scheme on modern element base. Studied cardio filtering algorithm using the notch filter. A scheme for transmitting cardiograms received wirelessly to the medical frequency. Calculated statistical parameters, the degree of deviation of the signal is within the confidence interval of ± σ. The results of the standard deviation and the signal/noise ratio show improvement in the quality and accuracy of cardio. For the processing and design of detection algorithms using MATLAB, in which operations are performed mathematical signal processing and statistical analysis of test results.

REFERENCES

[1] Сергеенков А.С., Бодин О.Н., Ожикенов К.А., Алтай Е.А. Повышение эффективности оказания экстренной медицинской помощи // Сборник тезисов XII международного конгресса «Кардиостим» Санкт-Петербург, февраль 18-20, 2016, с. 240

[2] Алтай Е. А., Попов А. М., Макешева К. К. Усовершенствованная схема кардиографа с использованием микроконтроллера MSP430 //IV Всероссийский конгресс молодых ученых. – 2015. – Т. 1. – С. 42-43.

[3] Контуров С.В., Латфуллин И.А., Тептин Г.М. Сравнительный анализ погрешности в аналоговой и компьютерной электрокардиографии // Вестник Аритмологии. – 2014. № 13. – С.54-58

[4] Xu Xianhong. Research and design of 12-Lead Synchronization ECG Signal Detection and Analysis System // International journal of medical, pharmaceutical science and engineering. – 2011. - №5. – P. 257-264

[5] Ожикенов К.А., Алтай Е.А. Распределенная кардиосистема // Сборник тезисов XII международного конгресса «Кардиостим» Санкт-Петербург, февраль 18-20, 2016, с. 222

[6] Kening Wang, Weizhao Zhang. Design of ECG Signal Acquisition System Based on DSP // International Workshop on Information and Electronics Engineering. - 2012. - №5. - P.3763-3767

[7] Рангайян Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. М.: Физматлит, 2007. 440 с.

[8] Макешева К.К., Алтай Е.А. Идентификация гармоник биосигналов с помощью измерительных преобразователей. Вестник КазНИТУ, 2016, №1(113), с. 202-204

[9] Дроздов Д.В. Влияние фильтрации на диагностические свойства биосигналов // Методические аспекты: материалы конференции. Москва: издательство Альтомедика, 2011. С. 75-78.

[10] Авдиева Д.К., Балохонова М.В., Демьянов С.В. Моделирование влияния фильтров на сигнал ЭКГ в системе Matlab // Современные проблемы науки и образования. – 2012. -№3. – С. 105-112.

[11] Makesheva K.K., Altay E.A. Noise-resistant processing of electrocardiosignal in MATLAB // European Journal of Scientific Research, Paris, 2016, Volume 2, Issue 1, p. 898-903.

[12] Кривоногов Л.Ю., Аржаев Д.А., Бодин О.Н., Алтай Е.А. Помехоустойчивая обработка электрокардиосигналов в условиях свободной активности // Сборник тезисов XII международного конгресса «Кардиостим» Санкт-Петербург, февраль 18-20, 2016, с. 228

[13] Makesheva K.K., Altay E.A. Computer modeling electrocardiogram signals using notch filters// European research. IV international scientific and practical conference "European research: innovation in science, education and technology" Moscow. May 23-24, 2015, №3(4), P. 20-23

[14] Ожикенов К.А., Алтай Е.А. Распределенная кардиосистема // Сборник тезисов XII международного конгресса «Кардиостим» Санкт-Петербург, февраль 18-20, 2016, с. 222

Алтай Е.А., Койшыбаев Д.Н., Шаяхметкызы Д.

Кардиографтың аппараттық бөлігін құрастыру және компьютерлік модельдеу

Түйіндеме: Мақалада заманауи элементтерге сай электркардиографтың аппараттық бөлігі құрастырылып модельденді. Кардиосигналдардың негізгі статистикалық параметрлері есептелініп, сигналдың ауытқуы ±σ сенімділік интервалының аумағында сигнал/шуыл қатынасының жақсартылыуымен көрсетіледі. Фильтрациялауға дейінгі және кейінгі жиіліктік спектрлері қарастырылады. Кардиосигналдардың сымсыз жіберілуі медициналық жиілік арқылы жүзеге асырылады.

Кілттік сөздер: кардиограф, фильтр, жиілік, сигналды өңдеу, шуыл, микросхема.

Алтай Е.А., Койшыбаев Д.Н., Шаяхметкызы Д.

Компьютерное моделирование и конструирование аппаратной части кардиографа

Аннотация: В данной работе сконструирована и смоделирована аппаратная часть электрокардиографа на современной элементной базе. Вычислены основные статистические параметры кардиосигнала, степень отклонения сигнала находится внутри доверительного интервала ±σ с улучшением сигнал/шум. Получены частотные спектры до и после фильтрации кардиосигнала. Обеспечена беспроводная передача кардиосигналов через медицинскую частоту.

Ключевые слова: кардиограф, фильтр, частота, обработка сигнала, помеха, микросхема.

УДК 541.18:678

О.К. Бейсенбаев, А.Б. Иса, Н. К. Сарыпбекова, А.Ш. Кыдыралиева
(Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, oral-kb@mail.ru)

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩЕГО УДОБРЕНИЯ АММОФОС НА ОСНОВЕ ФОСФОРНОГО ШЛАМА

Аннотация. Одним из эффективных способов получения новых видов комплексных полимерсодержащих удобрений является переработка техногенных отходов - фосфорного шлама, каттрельного пыла и др. в присутствии структурообразователей почв, т.е. водорастворимых полиэлектролитов (ВРПЭ).

Разработан способ получения комплексного полимерсодержащего удобрения аммофос на основе фосфорного шлама в присутствии этерифицированных производных гидролизованного полиакрилонитрила (ЭППАН).

Применение при производстве минеральных удобрений полиэлектролитов –структурообразователей почв способствует улучшению эксплуатационных свойств удобрений аммофоса (прочность, водорастворимость, пролангация и т.д.), а также регулируют процесс агломерации и гидроаэрационный режим обработанных почвенных систем. При этом подавливают водно-солевую и воздушную дефляцию на засоленных и эрозированных почвах, почвогрунтах.

Таким образом, комплексное полимерсодержащие удобрение аммофоса обладает высокой усвояемостью – $P_2O_{5усв}$. - 40%, пролангированным действием и улучшает агрономические свойства, т.е. мелиоративность гидроаэрационный режим почвенных систем.

Все это дает возможность рекомендовать выпуск фосфатных удобрении и смешанных комплексных полимерсодержащих удобрений в Казахстане.

Ключевые слова: удобрения аммофос, техногенные отходы, водорастворимые полиэлектролиты, структурообразователей почв, фосфорный шлам.

Одним из эффективных способов получения новых видов комплексных полимерсодержащих удобрений [1,2] является переработка техногенных отходов - фосфорного шлама, каттрельного пыла и др. в присутствии структурообразователей почв, т.е. водорастворимых полиэлектролитов (ВРПЭ). Известно, что техногеннные отходы [3] являются потенциальными вторичными материальными ресурсами для производства новой продукции в этом числе удобрения.

Использование техногенных отходов в качестве сырья для производства минеральных удобрений не только улучшает экологическую обстановку, но и решает создание экономически выгодных технологий производства комплексных полимерсодержащих удобрений. В связи с этим необходима разработка и создание безотходных и экологически чистых промышленных технологий, что важно для предприятий химической промышленности РК.

Для радикального решения проблемы, разработан способ [8-11] получения полимерсодержащих удобрений аммофос на основе фосфорного шлама в присутствии полиэлектролитов.

Кроме того для улучшения качественных характеристик удобрений и почвенных агрегатов при получении удобрений осуществляется в присутствии полиэлектролитов.

Разработан способ получения комплексного полимерсодержащего удобрения аммофос [8-11] на основе фосфорного шлама в присутствии этерифицированных производных гидролизованного полиакрилонитрила (ЭППАН). Для установления механизма разложения фосфорного шлама и образования моноаммофоса состава комплексных полимерсодержащих органоминеральных удобрений и взаимодействия компонентов, содержащихся в них, проведены исследования рентгеновским энергодисперсионным микроанализатором INCAEnergy (OxfordINSTRUMENTS) установленным на растровом электронном микроскопе ISM-6490LV(IED). Минералогический состав и микроструктура фосфорного шлама и комплексного полимерсодержащего удобрения аммофос представлены (рисунок 1,2, таблица 1,4).

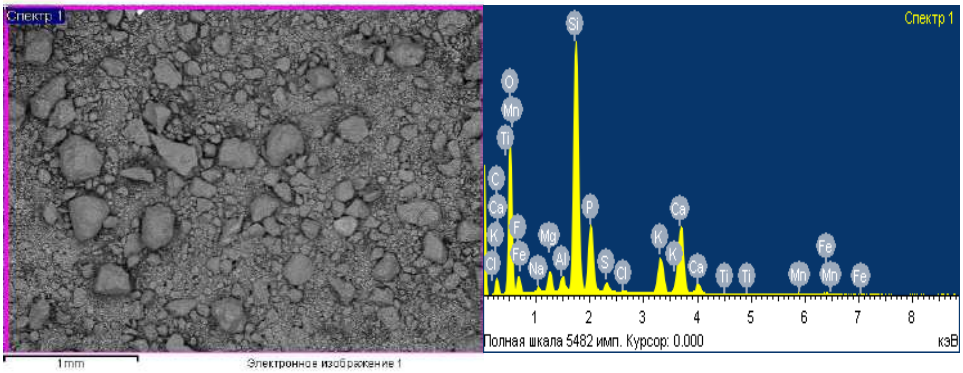


Рис. 1. Минералогический состав и микроструктура фосфорного шлама

Таблица 1. **Минералогический состав образца фосфорного шлама**

Элемент	Весовой %	Химический состав оксидов, %	%
F	3.74	-	-
Na	0.77	NaO	1,04
Mg	1.86	MgO	3,08
Al	0.97	Al_2O_3	1,83
Si	17.58	SiO_2	37,60
P	7.02	P_2O_5	16,08
S	0.87	-	-
Cl	0.13	-	-
K	4.16	K_2O	5,01
Ca	8.86	CaO	12,4
Ti	0.02	TiO_2	0,033
Mn	0.24	MnO	0,31
Fe	0.52	Fe_2O_3	0,67

В реактор из нержавеющей стали снабженной мешалкой и рубашкой загружают 100 гр просеянного шлама, добавляют 10-13 мл 50% -ной серной кислоты и 100 мл дистиллированной воды. Полученную смесь при непрерывном перемешивании нагревают до 60^0С с помощью подачи нагретой воды из термостата. При этом происходит разложение фосфорного шлама и образовывается экстракционная фосфорная кислота в виде раствора. Экстракционную фосфорную кислоту отделяют от кека методом фильтрования.

Процесс получения удобрения аммофос экзотермический, который осуществлен методом нейтрализации фософорной кислоты гидроксидом аммония:

$$H_3PO_{4(ж)} + NH_4OH_{(ж)} = NH_4H_2PO_4 + H_2O + 147{,}0кДж.$$

Процесс ведут при избытке гидроксида аммония. Поэтому в системе, наряду с реакцией образования моноаммонийфосфата, частично протекает реакция образования диаммонийфосфата:

$$H_3PO_4 + 2NH_3 = (NH_4)_2HPO_4 + 75{,}4\ кДж.$$

В результате чего в составе готового продукта содержится до 10% диаммонийфосфата.

Режим процесса нейтрализации выбирают так, чтобы обеспечить получение подвижной и способной к перекачиванию по трубопроводам аммофосной пульпы. Вязкость пульпы зависит от концентрации исходной кислоты, растворимости фосфатов аммония и температуры. Затем полученную смесь фильтруют. Берут отфильтрованного раствора (фильтрат) в количестве 300 мл плотностью 1,1. При этом концентрация фосфорной кислоты 17,87%. Полученную смесь упаривают до объема 70мл.

Затем полученную фосфорную кислоту аммонизируют. При этом pH раствора изменится от pH=2,34 до pH=6,0. При аммонизации фосфорной кислоты образуются кислые суспензии, содержащие кристаллы фосфатов аммония, свободную фосфорную кислоту, воду и осаждающиеся примеси. Количество и состав компонентов суспензии по мере поглощения аммиака и повышения температуры непрерывно меняются, как и ее свойства — значение pH, растворимость твердых фаз, вязкость (текучесть) и др.

Аммофос представляет двойное (N+P) сложное комплексное удобрение, содержащее в качестве основного вещества моноаммонийфосфат $NH_4H_2PO_4$ и примесь (до 10%) диаммонийфосфата $(NH_4)_2HPO_4$, образующуюся в процессе получения. Моно- и диаммонийфосфаты представляют собой твердые кристаллические вещества, малогигроскопичные, растворимые в воде. В таблице 2 представлен состав комплексного полимерсодержащего удобрения аммофоса. Из таблицы видно, что усвояемое P_2O_5 в готовом продукте составляет 42,5%.

Таблица 2. **Содержание фосфорного ангидрида в готовом удобрении**

Масса готового продукта, гр	36,8
Усвояемое P_2O_5, %	42,5
Водорастворимое P_2O_5, %	33,63
NH_3, %	7,28
Азот, %	6,02

В таблице 3 представлены параметры процесса получения комплексных полимерсодержащих удобрений аммофоса.

Таблица 3. **Параметры процессе получения аммофоса и состав**

Наименование	Термост-е, °С	H_2SO_4 50%,мл	Электр. вода, мл	Раствор H_3PO_4,мл	ВыпареннаяH_3PO_4, мл	ПЭ, мл	NH_4OH, мл	pH	Сушка, t °С	P_2O_5 усвояемое	P_2O_5водорас-творимое	N	Вес продукта, гр
Пара-метры	60	10	100	150 d=1,1 с=19,46	150 d=1,24 с=38,1	0,5	20	2,7 до 6,0	100-120	40,0	33,6	6	16

Из таблицы следует отметить, что в процессе получения полимерсодержащего удобрения аммофос содержание увояемого P_2O_5 -40%, а водорастворимого P_2O_5 -33,6%.

Полученный раствор сушат в сушильном шкафу при 100°С до влажных солей в течение 10 часов, затем к полученной смеси добавляют раствор ПЭТФ 0,5мл и 0,2мл модифицированных производных гидролизованного полиэлектролита. Затем раствор сушат в сушильном шкафу при температуре 100°С в течение 2-3 часов. В результате получают кристаллы в виде гранул бежевого цвета хорошо растворимые в воде.

Из фосфатов аммония моноаммонийфосфат термически наиболее устойчив и при нагревании до 100-110°С практически не разлагается.

На рисунке 2 и таблице 4 представлены микроскопический снимок и элементный анализ аммофоса. Видно что, образцы имеют, в основом, кристаллическую структуру с небольшим включением металлов, а также показано присутсвие элементарного фосфора. В пересчете на фосфорный ангидрид содержание его составило $P_2O_{5\ общ}$ – 38,83%

Процесс нейтрализации фосфорной кислоты проводят гидроксидом аммония. В связи с этим в системе, наряду с реакцей образования моноаммонийфосфата при избытке гидроксида аммония получают диаммонийфосфат.

При нейтрализации гидроксидом аммония при pH>6,0 выделяются средние фосфаты железа и алюминия типа $RPO_4 \cdot 2H_2O$, железоалюминийаммонийфосфаты – $NH_4(Fe,Al)(HPO_4) \cdot 0{,}5H_2O$, а также, дикальцийфосфат $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, гипс, фторидные и фторсиликатные соли, магнийаммонийфосфат $NH_4MgPO_4 \cdot H_2O$, в жидкой фазе появляется сульфат аммония.

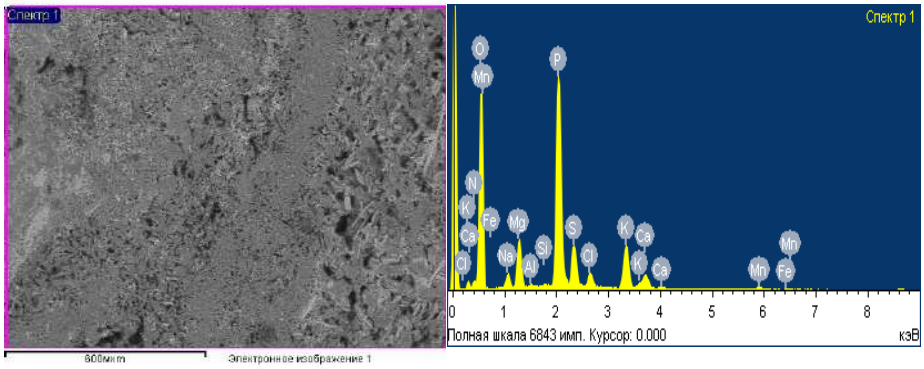


Рис. 2. Минералогический состав и микроструктура комплексного полимерсодержащего удобрения – аммофос

Таблица 4. **Минералогический состав образца комплексного полимерсодержащего удобрения – аммофос**

Элемент	Весовой %	Химический состав оксидов	%
N	10.49	-	-
O	52.68	-	-
Na	2.23	Na_2O	3,0
Mg	3.79	MgO	6,28
Al	0.12	Al_2O_3	0,23
Si	0.02	SiO_2	0,043
P	16.95	P_2O_5	38,83
S	4.21	SO_3	10,5
Cl	1.36	-	-
K	5.60	K_2O	6,75
Ca	1.74	CaO	2,43
Mn	0.73	MnO	0,94
Fe	0.05	Fe_2O_3	0,071

При изучении спектров поглощения образцов комплексных органоминеральных удобрений в присутствии модифицированных производных полиэлектролитов на основе ПАН в области 4000-600см$^{-1}$ (рисунок 3) выяснили, что происходит взаимодействие с активными функциональными

группами ВРПЭ (карбоксильные, амидные, эфирные группы) частиц полученных комплексных удобрений.

При изучении ИК-спектров поглощения образцов комплексных органоминеральных удобрений в присутствии модифицированных производных полиэлектролитов на основе ПАН можно отметить, что при взаимодействии спектр претерпевает значительные изменения в изучаемой области. Наблюдается полосы поглощения характерные для фосфорных соединений 1300-1180см$^{-1}$.

Ввиду того, что поглощение групп – COONa имеет место в частотах области 1500 – 1620см$^{-1}$ и эти частоты довольно близко расположены, из-за перекрывания полос образуется одна широкая полоса в области 1680 и 1570см$^{-1}$, характерной для карбонильной, амидной групп и аммонийных соединений.

В образцах наблюдается широкая полоса поглощения в области от 2200-3200см$^{-1}$. В этой области, видимо, происходит взаимодействие амидных групп с активными центрами органоминеральных удобрений.

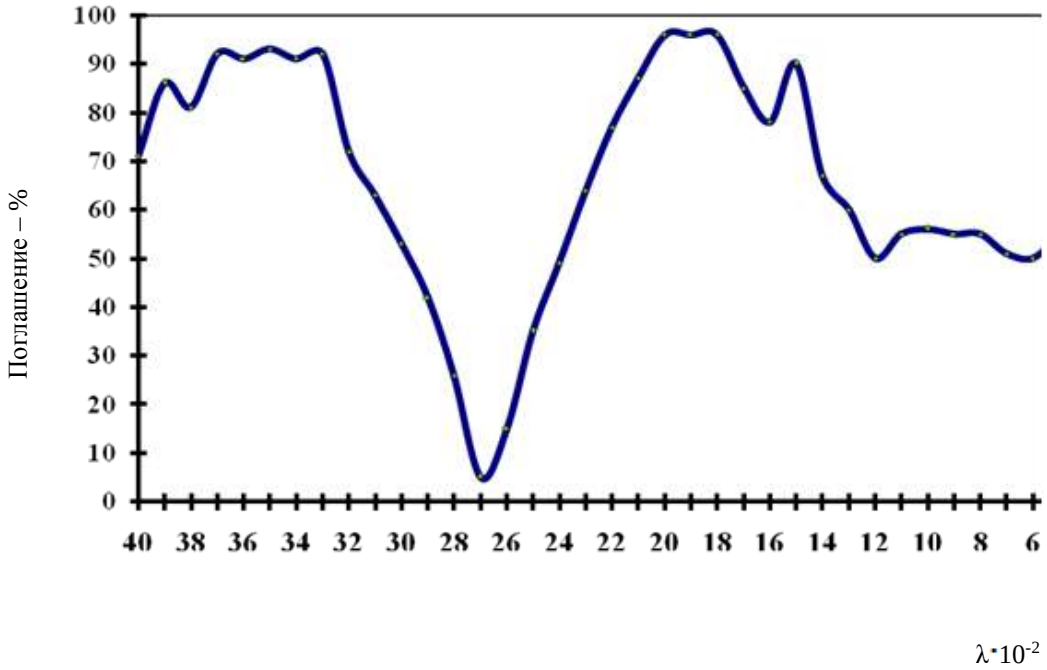


Рис. 3. ИК-спектр комплексного полимерсодержащего удобрения – аммофоса

Выводы

Установлено [5-7], что эти полиэлектролиты эффективно воздействуют на структуру гранул удобрения в процессе грануляции, а также придают свойства пролангированного действия удобрениям, о чем свидетельствуют результаты электронно-микроскопических снимков. Результаты элементного анализа до и после добавления полиэлектролитов показывают, что присутствие этих полиэлектролитов способствует удержание водорастворимого P_2O_5 (33%) в составе удобрения, т.е. стабилизацию системы, что исключает потери P_2O_5.

Применение при производстве минеральных удобрений полиэлектролитов – структурообразователей почв способствует улучшению эксплуатационных свойств удобрений аммофоса (прочность, водорастворимость, пролангация и т.д.), а также регулируют процесс агломерации и гидроаэрационный режим обработанных почвенных систем. При этом подавливают водно-солевую и воздушную дефляцию на засоленных и эрозированных почвах, почвогрунтах.

Таким образом, комплексное полимерсодержащие удобрение аммофоса обладает высокой усвояемостью – $P_2O_{5усв}$. - 40%, пролангированным действием и улучшает агрономические свойства, т.е. мелиоративность гидроаэрационный режим почвенных систем.

Все это дает возможность рекомендовать выпуск фосфатных удобрении и смешанных комплексных полимерсодержащих удобрений в Казахстане.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Хмельницкий А.Г. Использование вторичных материальных ресурсов в качестве сырья для промышленности // Муниципальные и промышленные отходы: способы обезвреживания и вторичной переработки – аналитические обзоры. - Новосибирск, 1995. – С. 12-64

[2] Позин М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот), в 2-х ч. –Л.: Химия, 1974. – 792 с.

[3] Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования. – Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 503 с.

[4] Исследование разложения фосфорсодержащего шлама различными добавками / В. К. Бишимбаев, Р. И. Батькаев // Қазақстан Республикасы ұлттық ғылым академиясының баяндамалары – Доклады Национальной академии наук. – 2010. – № 2. – С. 25-28.

[5] Dunaytsev I.A., Zhigletsova S.K., Aitov R.S., Klykova M.V., Kondrashenko T.N., Starshov A.A., Boyko A.S. Utilization of phosphate containing wastes by directmicrobial phosphates mobilization. // Proceedings of ISTC workshop at the Int. Conf. on Soil Contamination “ConSoil-2008”. – Milano. – ISTC/ConSoil. – 2008. – P. 84-88.

[6] Nazarbek U., Besterekov U. Beisenbaev O.K., Petropavlovsky I.Nazarbekova S.Bases of Technology and optimal Regime Indicators of Acid Decomposition Process of Phosphorus Sludge. Oriental Journal of Chemistry, Vol. 31, No.(3), 2015.

[7] Nazarbek U., Besterekov U., Beisenbaev O.K., Petropavlovsky I.Nazarbekova S. Features of microstructure of technogenic wastes of phosphorous production applicable for obtaining complex. Industrial technology and engineering № 1 (14) 2015 с 23-31.

[8] Бейсенбаев О.К., Батькаев Р.И., Дыгай Л.В.Способ получения комплексного удобрения. Патент РК № 28124. бюл. №5 от 22.05.2013, Авторское Свидетельство №81788. от 2013/0664.1

[9] Бейсенбаев О.К., Батькаев Р.И., Дыгай Л.В.Способ получения фосфатного удобрения из техногенных отходов. Патент РК № 28123. бюл. №3 от 04.03.2013, Авторское Свидетельство №81783. от 2013/0273.1

[10] Бейсенбаев О.К., Маханбетова А.М. Исследование возможности капсулирования комплексного минерального удобрения на основе техногенных отходов полиэлектролитом ЭППАН. КазНТУ хабаршысы №2(108). 2015 с 374-378.

[11] Бейсенбаев О.К., Батькаев Р.И., Дыгай Л.В. Производство органоминеральных удобрений // Труды международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения – 11: Казахстан на пути к обществу знаний: инновационные направления развития науки, образования и культуры», МОН РК, ЮКГУ им. М.Ауэзова. – Шымкент. –2012. – С. 123-127.

Бейсенбаев О.К., Иса А.Б., Сарыпбекова Н.К., Кыдыралиева А.Ш.

Фосфор шламы негізінде полимер құрамды тыңайтқыш аммофосты алу және физико-химиялық қасиеттерін зерттеу

Түйіндеме. Гидролизденген полиакрилнитрилдің этерифицирленген туындысы қатысында фосфор шламы негізінде кешенді полимеркұрамды аммофос тыңайтқышын алу әдісі жаратылды. Минералды тыңайтқыштар өндірісінде топырақ құрылым түзгіш – полиэлектролиттерді қолдану арқылы аммофосты тыңайтқыштардың эксплуатациялық қасиеттерін жақсартуға қабілетті (беріктілік, суда еритін, әсер ету мерзімін арттыру), сонымен қатар өңделген топырақты жүйенің агломерациялық процесін және гидроаэрациялық режимдерін қалыптастырады. Нәтижесінде тұзды және эрозияланған топырақтың сулы-тұзды және ауа дефляциясын төмендетеді.

Түйін сөздер: аммофосты тыңайтқыш, техногенді қалдықтар, суда еритін полиэлектролиттер, топырақ түзгіштер, фосфорлы шлам.

Beisenbaev O.K., Isa A.B., Sarypbekova N.K., Kydyralieva A.Sh.

Obtaining and research of physical and chemical properties polymer of the containing fertilizer ammophos on the basis of phosphoric slime

Summary. The way of obtaining complex polymer of the containing fertilizer ammophos on the basis of phosphoric slime in the presence of esterified derivatives of the hydrolyzed polyacrylonitrile is developed. Application by production of mineral fertilizers of polyelectrolytes – soil amendments are promotes improvement of operational properties of fertilizers of ammophos (durability, water solubility, prolongation, etc.), and also is regulate process of agglomeration and the hydroaeration mode of the processed soil systems. Thus is reducing water-salt and air deflation on saline and eroded soils.

УДК 669.24/.29(043)

Ж.А. Алыбаев, Л.Т. Бошкаева, С.К. Джуманкулова, Д.Н. Мукашев
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, zhakan50@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ОКУСКОВАНИЯ ХРОМИТОВОЙ РУДЫ СПОСОБОМ АГЛОМЕРАЦИИ

Аннотация. В данной статье приведены результаты агломерации хромитовой мелочи с использованием в качестве флюсующей добавки ванадиевые кварциты. Показано влияние пентаоксида ванадия на упрочняющие свойства офлюсованного хромитового агломерата. В результате снижения температуры агломерационного процесса образуется достаточное количество связующего расплава, который равномерно пропитывает размягченные зерна хромитовой руды шлаковым расплавом, что способствует получению агломерата с высоким эффективным диаметром, т.е. улучшается качество агломерата и повышается восстановимость хромитовой руды при плавке.

Ключевые слова: хромитовая руда, ванадиевый кварцит, окускование, окатывания, брикетирования, офлюсованный агломерат.

Исходным сырьем для получения феррохрома в основном служат хромовые руды месторождения Кемпирсай. По добычи и производству Казахстан занимает второе место в мире, после ЮАР. Добычей хромовых руд занимаются 5 предприятий, в том числе одно в Казахстане – Донской ГОК (мелкая фракция – 10 мм не перерабатывается и требует окускования сырья) и четыре в России [1].

В последние годы в горнодобывающей, угольной и металлургической промышленности образовалось большое количество сырья мелких фракций, которые богаты по содержанию ведущих элементов, но не технологичны из-за высокой дисперсности [2]. Такие же трудности наблюдаются и на Донском ГОКе – дефицит кусковой хромитовой руды и снижение содержания Cr_2O_3 до 42-44 %. Кроме того, в отвалах накопилось большое количество так называемых хвостов с высоким содержанием Cr_2O_3, до настоящего времени являющихся отходами при добыче и обогащении товарной хромитовой руды. Оставались невостребованными и мелкие (0-10) фракции хромитовой руды в достаточно больших объемах. Проблема полноценного использования мелочи кондиционных руд послужило одной из основных причин поиска путей обеспечения Актюбинского завода ферросплавов хромитовой рудой необходимого фракционного состава с достаточным содержанием Cr_2O_3 для производства высокоуглеродистого феррохрома. Одним из перспективных направлений решения этой задачи, а в ряде случаев пока единственно возможным путем, является окускование мелочи. Известны различные способы окускования – агломерация, производство окатышей, различные варианты брикетирования. Выбор способа зависит как от физико-химических свойств используемого материала, так и от экономической целесообразности.

Известные способы окускования, как получение окатышей и брикетов дорогостоящие, что показало промышленное испытание, и поэтому требуется разработка более дешевого способа окускования.

При добыче и дроблении хромитовых руд образуется до 20 % мелочи крупностью < 10 мм, использование которой в качестве шихтового материала при транспортировке приводит к безвозвратным потерям и загрязнению окружающей среды. Поэтому мелкие фракции хромитовой руды, некондиционные по крупности, но удовлетворяющие техническим условиям на хромовое сырье по химическому составу, необходимо окусковывать и направлять на плавку. Хромитовые руды содержат в своем составе 80-90 мас. % основного рудообразующего материала хромшпинелида Mg, $Fe(Cr, Fe, Al)_2O_3$ и 10-20 мас. % цементирующих пород следующего состава, мас. %: 20-36 SiO_2; 20-30 MgO; 5-15 Al_2O_3; 2-10 CaO; 0,5-0,4 FeO; 0,5-3,0 Cr_2O_3; 10-30 ппп.

Как видно из минералогического состава, хромитовые руды относятся к категории трудноокусковывающихся, так как температуры размягчения хромшпинелида находятся выше 1700 °С, а цементирующих пород (пустая порода) – выше 1500 °С. Кроме того, пустая порода имеет неблагоприятный состав для образования при нагревании легкоплавких эвтектик из-за большого содержания магнезии и низкого содержания оксидов железа и алюминия.

Получение по предлагаемому способу качественного агломерата из тугоплавких хромитовых

руд достигается при введении в агломерационную шихту 5-10 мас. % SiO_2.

При этом в шихту со сланцами вводится дополнительное количество SiO_2, что позволяет «сдвинуть» состав цементирующей породы из тугоплавкой области (диаграмма SiO_2-MgO-Al_2O_3) с эвтектиками при 1700-1900 °С в легкоплавкую область с эвтектиками, образующимися при 1400-1500 °С, что значительно снижает температуру агломерационного процесса (рисунок 1). Улучшению состава пустой породы способствует также введение в шихту с SiO_2 от 2 до 16 мас. % оксида алюминия из-за снижения соотношения MgO/Al_2O_3, так как наилучшим соотношением, с точки зрения снижения температуры образования легкоплавких эвтектик, считается MgO/Al_2O_3=1 [3].

Оксид железа, который поступает в шихту с SiO_2 в количестве от 2 до 5 мас. %, также позволяет в сочетании с компонентами хромитовой руды получить ряд легкоплавких шпинелей: $FeO{\cdot}Fe_2O_3$; $FeO{\cdot}Cr_2O_3$; (Cr, Fe)Si; (Cr, Fe)Si_2, что приводит к значительному снижению температуры размягчения хромитовой руды.

В результате снижения температуры агломерационного процесса образуется достаточное количество связующего расплава, который равномерно пропитывает размягченные зерна хромитовой руды шлаковым расплавом, что способствует получению агломерата с высоким эффективным диаметром, т.е. улучшается качество агломерата.

Одновременно увеличение эффективного диаметра агломерата достигается за счет присутствия в SiO_2 поверхностно активных компонентов, таких как V_2O_5, MnO, FeO как всех вместе, так и по отдельности, позволяющих снизить поверхностное натяжение легкоплавкого шлакового расплава и повысить его жидкотекучесть, что дает возможность расплаву проникать более глубоко в поры спекаемого материала и увеличивать размеры агрегатных образований [4].

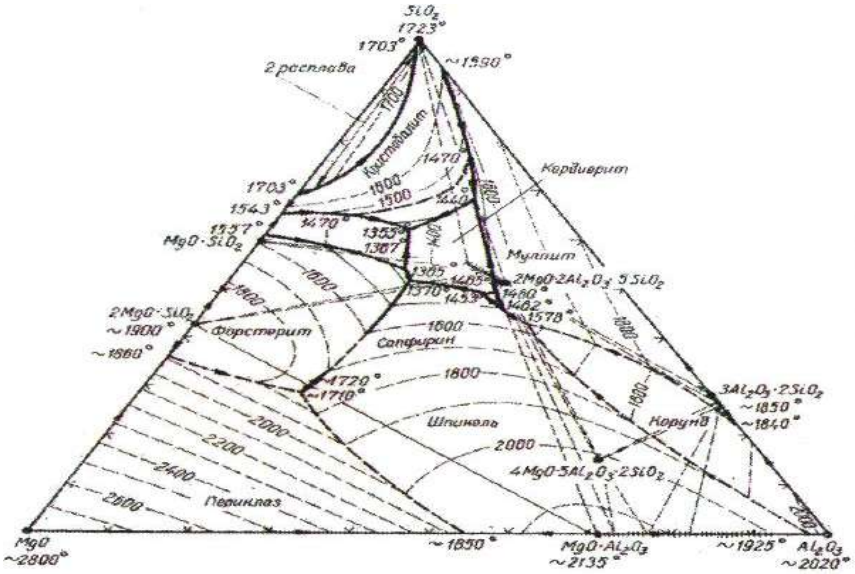


Рис. 1. Диаграмма состояния системы SiO_2-MgO-Al_2O_3

Введение в агломерационную шихту с SiO_2 0,4-0,5 мас. % V_2O_5 и/или MnO позволяет улучшить металлургические свойства агломерата, в частности его восстановимость, что обеспечит при последующей плавке агломерата сокращение потерь хрома со шлаком.

Нижний предел введения в шихту SiO_2 (5 мас. %) обуславливается тем, что при более низком их содержании не достигается улучшения качества агломерата (эффективного диаметра и степени восстановимости). Верхний предел содержания SiO_2 устанавливается из того, что при большем их содержании заметного дальнейшего улучшения показателей качества агломерата не отмечается. Кроме того, при добавке в шихту более 10 мас. % сланцев возрастает выше допустимого предела содержание оксида кремния в агломерат, что будет отрицательно влиять на извлечение хрома в сплав при плавке [5].

В таблице 1 приведены константы скорости реакции восстановления хрома из хромита и офлюсованного агломерата.

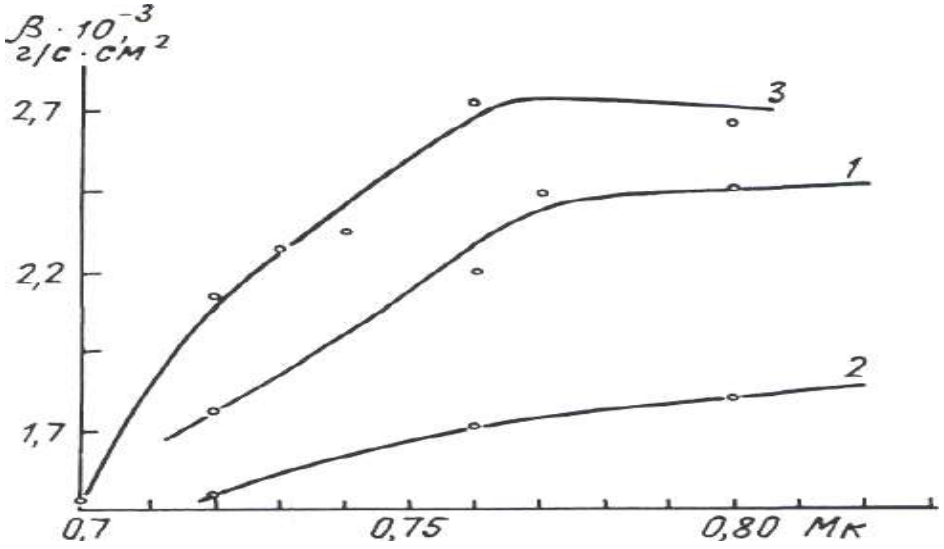
На рисунке 2 показан зависимость приведенной скорости реакции (β) восстановления хрома вычисленный по уравнению (1) и природы флюса.

$$\beta = \frac{K \cdot G}{60 \cdot S}, \text{ г/(с·см}^2\text{)},$$

где, К – константа скорости реакции; G – вес расплава, г; S – площадь взаимодействия шихты с поверхностью графитового тигля, см^2.

Таблица 1. **Приведенные константы скорости реакции восстановления хрома из хромита и офлюсованного агломерата**

№ п/п	Рудная составляющая шихты	Флюсующая добавка в печь, мас. %	$M_К$	β, г/(см^2·с)·10^{-3}
1	Хромит	ванадиевый кварцит		
		1,85	0,72	1,77
		4,00	0,76	2,10
		6,40	0,80	2,50
		бакальский кварцит		
		1,50	0,72	1,50
		3,00	0,76	1,70
		5,00	0,80	1,82
2	Офлюсованный агломерат	ванадиевый кварцит		
		6,00	0,70	1,47
		6,60	0,72	2,10
		7,30	0,73	2,29
		7,90	0,74	2,33
		9,20	0,76	2,73
		11,80	0,80	2,61
		шунгит		
			0,72	1,41
			0,76	1,49
			0,80	1,56
		бакальский кварцит		
			0,72	1,46
			0,76	1,50
			0,78	1,53
			0,80	2,64



1 – хромит + ванадиевый кварцит; 2 – фосфорит + бакальский кварцит; 3 – офлюсованный агломерат (с добавкой ванадиевого кварцита)

Рис. 2. Зависимость приведенной скорости реакции (β) восстановления хрома от модуля кислотности ($M_К$) и природы флюса

Таким образом, добавка в шихту выплавки углеродистого феррохрома 0,01-0,10 мас. % V_2O_5 позволяет снизить вязкость шлакового расплава до 0,08-0,13 Па·с и увеличить на 0,1-0,5 % выход феррохрома. Кроме того, использование в качестве флюса ванадиевого кварцита, содержащего помимо пентаоксида ванадия 8-10 мас. % С, позволит сократить дозировку в шихту дефицитного и дорогостоящего металлургического коска и снизить удельный расход электроэнергии, что положительно скажется на экономике выплавки феррохрома и сделает его более конкурентоспособным на мировом рынке.

ЛИТЕРАТУРА

[1] www.marketing_magazin.ru/imgs/goods/761/rynok_ferrohroma.

[2] Друинский М.И., Жучков В.И. Получение комплексных ферросплавов из минерального сырья Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1988. – 208 с.

[3] Абдулабеков Е.Э., Каскин К.К., Нурумгалиев А.Х. Теория и технология производства хромистых сплавов. – Алматы, 2014. – 273 с.

[4] Предпатент KZ №5937, C22B1/16. Шихта для получения хромитового агломерата. Мирко В.А., Левинтов Б.Л., Сухарников Ю.И., Алыбаев Ж.А. и др. Бюл. №2, 16.03.1998.

[5] Сухарников Ю.И., Кузьмин С.Н., Давлетов Д.Н., Алыбаев Ж.А., Новиков Н.В. // Комплексное использование минерального сырья. 1995. №2. С. 59-63.

Алыбаев Ж.А., Бошкаева Л.Т., Джуманкулова С.К., Мукашев Д.Н.

Агломерация тәсілімен хромитті кенді кесектеу технологиясын жетілдіруді зерттеу

Түйіндеме. Бұл мақалада хромитті ұсақ кендерді агломерациялау кезінде флюсті қоспа ретінде ванадийлі кварциттерді қолдану нәтижелері келтірілген. Ванадий пентаоксидінің флюстенген хромитті агломераттың мықтылық қасиеттеріне әсері көрсетілген. Агломерация процесінің температурасын төмендету нәтижесінде байланыстырғыш балқыма жеткілікті мөлшерде түзіліп, хромитті кендердің жұмсартылған түйіршіктері шлак балқымасын біркелкі сіңірудің нәтижесінде тиімді диаметрі жоғары болатын агломерат алуға септігін тигізеді, яғни, агломераттың сапасы жақсарады және балқыту кезінде хромитті кеннің тотықсызданғыштығы артады.

Түйін сөздер: хромитті кен, ванадий кварциті, кесектеу, түйіршіктеу, брикеттеу, флюстелген агломерат.

Alybaev Zh.A., Boshkaeva L.T., Jumankulova S.K., Mukashev D.N.

Research on improving the sintering technology chromite ore sintering process

Summary. This article presents the results of sintering of chromite fines using as a fluxing agent vanadium quartzites. The influence of vanadium pentoxide in the reinforcing properties of chromite fluxed sinter. By lowering the sintering process temperature, sufficient melt binder which impregnates uniformly softened grain chromite ore slag melt, thereby obtaining the agglomerate with a high effective diameter, i.e. improving sinter quality and improved recoverability of chromite ore by smelting.

Key words: chromite ore, vanadium quartzite, agglomeration, balling, briquetting, fluxed agglomerate.

УДК 669.7.018.672

Н.К. Ахмадиева, Р.А. Абдулвалиев, Е.А. Тастанов, С.В. Гладышев, Е.И. Кульдеев
(АО «Институт металлургии и обогащения», Алматы, Республика Казахстан
naz-ank@inbox.ru)

АПРОБАЦИЯ БАЙЕР-ГИДРОГРАНАТОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ БОКСИТОВ

Аннотация. Казахстан является одним из крупных поставщиков глинозема на мировой рынок. Однако для развития глиноземного производства необходимо расширение сырьевой базы с привлечением бокситов новых месторождений. Одним из перспективных направлений является разработка месторождений высокожелезистых бокситов Коктальской группы.

Для переработки высокожелезистых бокситов требуется разработка новых технологических решений, которые позволят обеспечить глубокое и комплексное извлечение ценных компонентов.

В АО «Институт металлургии и обогащения» (АО «ИМиО») разработана технология переработки бокситов на основе гидрогранатового способа, уникальность которой состоит в возможности переработки любого вида низкосортных железистых бокситов с минимальными потерями.

Создана опытная установка для испытаний Байер-гидрогранатовой технологии переработки коктальских бокситов, по результатам которых будут получены исходные данные для разработки Технологического регламента и Технико-экономического обоснования строительства глиноземного завода.

Ключевые слова: боксит, технология, установка, оборудование, монтаж

Алюминиевая подотрасль является одной из ведущих в металлургической промышленности Казахстана и имеет достаточно перспективную ресурсную базу по разведанным запасам бокситов.

В Республике разведано 22 месторождения бокситов с подтвержденными запасами 362,2 млн. т (среднее содержание глинозема 44,4 %). Сырьем для производства глинозема на Павлодарском алюминиевом заводе являются бокситы Торгайского и Краснооктябрьского месторождений. Краснооктябрьское месторождение содержит 33 % республиканских запасов глиноземного сырья [1].

Запасы качественных бокситов в Казахстане ограничены, поэтому интенсивно ведутся поиски путей расширения сырьевой базы глиноземного производства с ориентацией на более широкое использование низкокачественных бокситов и создание высокорентабельной технологии для их переработки. Для того чтобы Казахстан сохранил свои позиции на мировом рынке металлов по производству и реализации глинозема и алюминия необходимо вовлекать в переработку новые сырьевые источники. В этой связи, наибольший интерес представляет Центрально-Торгайский бокситоносный район с входящим в него Коктальским месторождением [2]. Положительным фактором выбора указанного района является то, что Тургайский бассейн является крупнейшим угольным бассейном Казахстана: занимаемая площадь более 150 тыс. км^2, запасы углей более 60 млрд. тонн, и включает крупное Кубасадырское месторождение нефелиновых сиенитов. Повышенные содержания в бокситах Коктальского месторождения железа, титана, а также галлия (5-30 г/т), ванадия (10-150 г/т), скандия (10-30 г/т) и других РЗЭ, указывают на комплексный характер руд и необходимость разработки технологии, предусматривающей при их переработке извлечение всех попутных полезных компонентов.

В АО «ИМиО» на протяжении ряда лет развивается направление по металлургии глинозема – разработке технологий и оборудования для эффективного гидрохимического извлечения алюминия и редких металлов из глиноземсодержащего сырья.

Результаты проведенных патентных исследований и литературных данных показали, что работы по созданию технологий, являющихся альтернативой существующим, актуальны и востребованы в промышленности [3].

В 2012 - 2014 годах была выполнена научно-техническая программа по теме «Разработка Байер-гидрогранатовой технологии переработки железистых бокситов», в результате была разработана энерго- и ресурсосберегающая технология переработки бокситов Коктальского месторождения с получением глинозема, железа, галлия, соединений ванадия и силикатных материалов [4-9]. Технология была представлена на совещании у Министра индустрии и новых технологий Республики Казахстан А.О. Исекешева и получили поддержку (протокол совещания №17-5/05-945 от 6 мая 2014 г.). Позже на совещании у Первого вице-министра индустрии и новых технологий Республики Казахстан А.П. Рау было принято решение о необходимости проведения дальнейших работ по геологическому изучению Коктальского месторождения и испытаний разработанной Байер-гидрогранатовой технологии переработки бокситов на опытной установке с разработкой Технологического регламента (протокол совещания №19-04/1//2/84 от 29 июля 2014 г.). Результаты работ докладывались на крупнейших международных специализированных конференциях по алюминию ICSOBA [10-12].

Для подготовки к внедрению в производство инновационной Байер-гидрогранатовой технологии планируется провести ее апробацию в укрупненном масштабе, что требует создания опытной установки и проведения испытаний технологии на представительной пробе бокситов.

Технологическая схема разработанной Байер-гидрогранатовой технологии переработки железистых бокситов представлена на рисунке 1.

Технологический цикл переработки бокситов состоит из трех блоков.

Первый блок – красная сторона Байеровской ветви включает операции мокрого размола и выщелачивания боксита с получением алюминатного раствора и красного шлама.

Второй блок включает операции: приготовление клинкерной шихты из угольной золы, оборотного $CaCO_3$ и соды гидрогранатовой ветви посредством термической обработки; обжиг известняка; автоклавное выщелачивание красного шлама в смеси с клинкером и известковым молоком в высокомодульном алюминатном растворе; фильтрация пульпы.

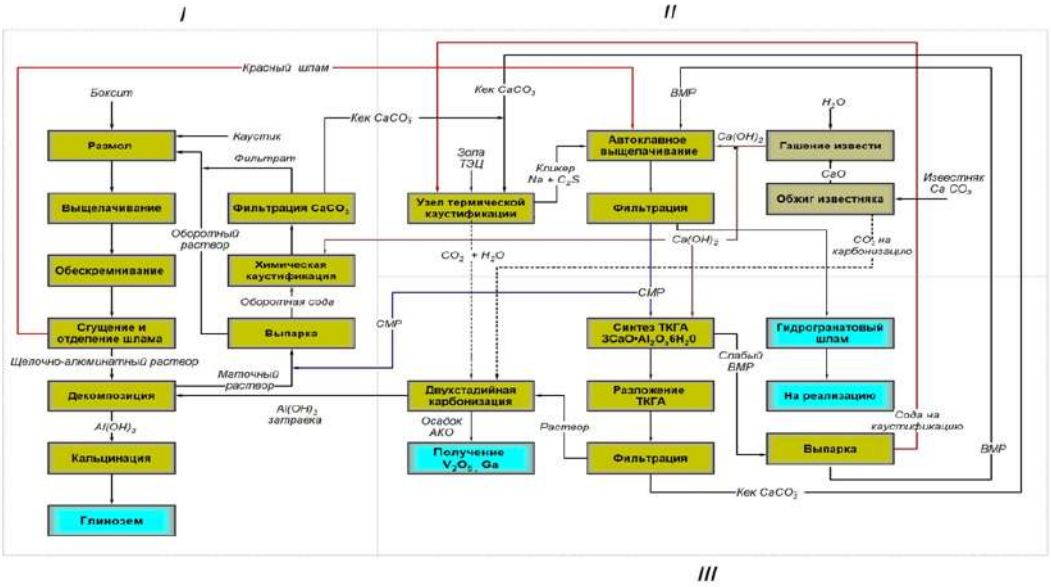


Рис. 1. Технологическая схема Байер-гидрогранатовой технологии переработки железистых бокситов: I - блок ветви Байера; II - блок гидрогранатовой переработки красного шлама, III - блок конверсии щелочно-алюминатных растворов

Третий блок состоит из операций: конверсии среднемодульного алюминатного раствора путем синтеза трехкальциевого гидроалюмината (ТКГА); разложение ТКГА с получением оборотного карбоната кальция и щелоче-алюминатного раствора; двухстадийной карбонизации щелоче-алюминатного раствора с получением гидроксида алюминия и алюмокарбонатного осадка.

Для реализации проекта строительства нового глиноземного завода железистых бокситов необходимо провести ее испытание в укрупненном масштабе в условиях, приближенных к производственным, для чего требуется создание опытной установки, обеспеченной инфраструктурой: электроэнергией, тепловой энергией, водоснабжением и очистными сооружениями для утилизации стоков.

Для проведения укрупненных испытаний апробации Байер-гидрогранатовой технологии переработки железистых бокситов в 2016 году на базе опытно-экспериментального металлургического производства АО «ИМиО» в боксе №1 с площадью 470 м^2, согласно разработанного проекта (рисунок 2), проведены работы по созданию опытной установки (рисунок 3).

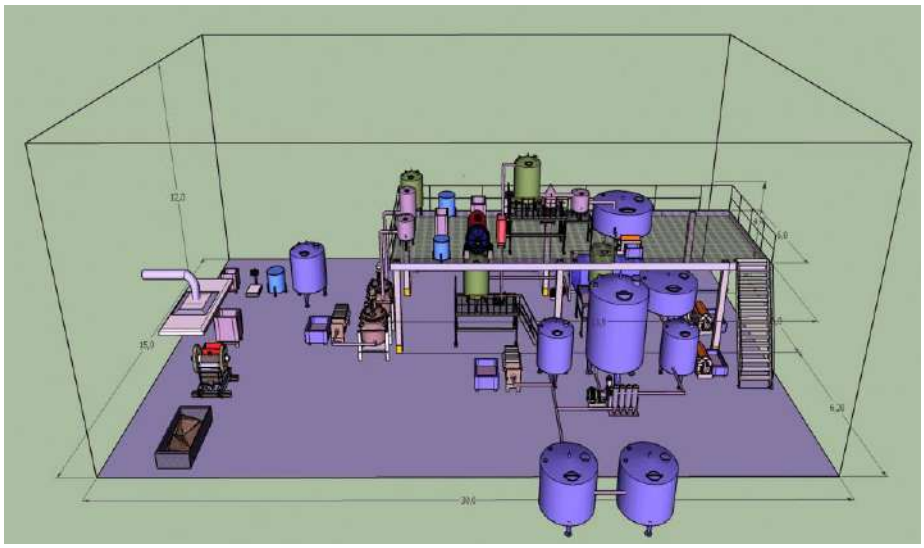


Рис. 2. Аппаратурно-планировочная схема оптимизированной опытной установки для апробации Байер-гидрогранатовой технологии на ОЭМО АО «ИМиО».



Рис. 3. Монтаж оборудования опытной установки

Произведен монтаж стандартного и нестандартизированного оборудования (рисунок 4) и выполнены пуско-наладочные работы. Выполнена обвязка оборудования технологическими трубопроводами. Установлены системы вентиляции, кондиционирования, водо и электроснабжения, приборы КИПа. Проведены работы по обеспечению газового снабжения теплогенераторов для подачи технологического и бытового тепла.



а б в

Рис. 4. Нестандартизированное оборудование: а - декомпозер 10 м^3;
б - автоклавы 0,5 м^3; в - реактор-мешалка 1,5м^3

На установке выполнены работы по подготовке вспомогательных помещений - оперативного контроля технологического процесса, приема и хранения проб, бытового помещения для персонала, сантехнического узла и аварийного душа, создание системы пожарной безопасности.

Таким образом, выполняется программа работ по созданию современной научно-технологической базы испытания технологии производства глинозема из высокожелезистого глиноземсодержащего сырья.

По итогам испытаний на опытной установке будет разработан Технологический регламент и подготовлено Технико-экономическое обоснование строительства глиноземного завода.

Строительство нового современного глиноземного завода на основе инновационной Байер-гидрогранатовой технологии позволит Республике Казахстан не только значительно увеличить объемы производства глинозема и алюминия, но и экспортировать передовую технологию в страны - производители алюминия (Китай, Россия, Иран).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ибрагимов А.Т., Будон С.В., Развитие технологии производства глинозема из бокситов Казахстана. – Павлодар, 2010

[2] Сырьевая база алюминиевой промышленности Казахстана. [Электронный ресурс] – 2002. - URL: http:// www.geology.kz; Алматы. - 2002. - 62 с

[3] Николаев И.В., Киров С.С., Воробьев И.Б. и др. Применимость гидрогранатовой технологии для комплексной переработки индийских кондалитов // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2011, № 2, – С. 21 – 26.

[4] Патент РК № 25938. Способ переработки красного шлама /Абдулвалиев Р.А., Бейсембекова К.О., Гладышев С.В., Ковзаленко В.А., Ибрагимов А.Т., Сабитов А.Р., Тастанов Е.А. Опубл. БИ №7 от 15.07.2015 г.

[5] Патент РК № 26396. Способ электроосаждения галлия из щелочных растворов /Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Ковзаленко В.А., Ибрагимов А.Т., Сабитов А.Р., Бейсембекова К.О., Садыков Н.М-К. Опубл. БИ №5 от 15.05. 2015 г.

[6] Патент № 26717. Способ гидрогранатовой переработки красного шлама. Бектурганов Н.С., Мылтыкбаева Л.А., Тастанов Е.А., Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Бейсембекова К.О. Опубл. БИ №6 15.06.2015 г.

[7] Патент РК № 27031. Способ гидрогранатной переработки красного шлама / Бектурганов Н.С., Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Бейсембекова К.О., Малтыкбаева Л.А., Тастанов Е.А. Опубл. БИ №7 от 15. 07. 2015 г.

[8] Патент РК № 27264. Способ гидрогранатовой переработки красного шлама / Бектурганов Н.С., Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Бейсембекова К.О., Малтыкбаева Л.А., Тастанов Е.А. Опубл. БИ №7 от 15. 07. 2015 г.

[9] Патент РК № 30113 Бюл. №9, опубл. 15.08.2016 г. (по заявке № 2014/1016.1) «Способ переработки низкокачественных железистых бокситов по Байер-гидрогранатовой технологии» Бектурганов Н.С., Мылтыкбаева Л.А., Абишева З.С., Абдулвалиев Р.А., Тастанов Е.А., Гладышев С.В.

[10] Абдулвалиев Р.А., Тастанов Е.А., Мылтыкбаева Л.А. и др. Перспективная минерально-сырьевая база алюминиевой промышленности Казахстана //Матер. V Межд. конгресса и Выставка «Цветные металлы - 2013». г. Красноярск. С.101-104.

[11] R.A. Abdulvaliyev, E.A. Tastanov, V.V. Medvedev, S.N. Akhmedov. Technology for the processing of low-quality iron bauxites from Kazakhstan deposits //The 32nd International Conference of ICSOBA on New Challenges of Bauxite, Alumina & Aluminium Industry and Focus on China. Zhengzhou. 2014. - P.28.

[12] Abdulvaliyev R.A., Tastanov E.A., Gladyshev S.V., Beisembekova K.O., Akhmadiyeva N.K. Wasteless Processing of red mud by Hydrogarnet Technology // Bauxite Residue Valorisation and Best Practices Conference. ICSOBA – 2015. Belgium. Leuven, October 2015.P. 171-176.

Ахмадиева Н.К., Абдулвалиев Р.А.,. Тастанов Е.А, Гладышев С.В., Кульдеев Е.И.

Темірлі бокситті Байер-гидрогранат технологиясымен кешенді қайта өңдеуді тестілеу.

Түйіндеме. Қазақстан алюминий тотығын әлемдік нарыққа ірі жеткізушілерінің бірі болып табылады. Алайда, алюминий тотығы өндірісін дамыту үшін, жаңа кен орындарды іске жарату арқылы шикізат базасын кеңейту керек.

Көктал тобы бокситінің жоғары темірлі кен орны болашағы мол бағыттардың бірі болып келеді.

Жоғары темірлі бокситті өңдеу үшін бағалы компоненттерді терең және күрделі өндіруді қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін жаңа технологиялық шешімдерді әзірлеу қажет.

Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу университетінің «Металлургия және кен байыту институты» АҚ («МжКБИ») бокситтерді гидрогранат әдісімен өңдеу технологиясы жасалынды, осы технологияның бірегей артықшылығына кез келген төменгі сапалы темірлі бокситті аз шығынмен өндіру жатады.

Көктал бокситін өндіру үшін Байер-гидрогранат технологиясын сынауына арналған тәжірибелі қондырғы жасалынды, нәтижесінде зауыт құрылысына арналған Технологиялық регламент пен Технико-экономикалық негіздемеге бастапқы деректер алынады.

Түйін сөздер: боксит, технология, құрастыру, қондырғы, баптау

Ахмадиева Н.К., Абдулвалиев Р.А.,. Тастанов Е.А, Гладышев С.В., Кульдеев Е.И.

Testing of Bayer hydrogarnet technology for complex processing of high ferruginous bauxite

Summary. Kazakhstan is one of the largest suppliers of alumina to the world market. However, for the development of alumina production expand the raw material base with attraction of new deposits of bauxite is necessary.

The most promising area is the Koktalsk group of high-iron bauxite deposits.

For the processing of high-iron bauxite, the development of new technological solutions that will ensure a deep and complex extraction of valuable components is required.

In JSC "Institute of Metallurgy and Ore Benefication" (JSC "IMOB") of the Kazakh National Research Technical University technology for processing bauxite based on hydrogarnet method was developed. Technology is unique in the ability to process any kind of low-grade ferruginous bauxite with minimal losses.

A pilot plant to test Bayer hydrogarnet process on Koktalsk bauxite was created. The results of the technology will be used as baseline data for the Technological regulations and Technical and economic feasibility report for construction of an alumina plant.

Keywords: bauxite, technology, installation, equipment, assembly

• ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

338. 123 (75)

Т.В. Фурсова
(Московский финансово-юридический университет, Москва)

ПРАВОМЕРНА ЛИ АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВОЙ ВИРТУАЛЬНОЙ ВАЛЮТЫ «BITCOIN»

Аннотация. Ааанализируются вопросы и проблемы легитимности функционирования новой виртуальной криптовалюты «биткоин» в условиях нарастающей международной глоболизации и интеграции мирохозяйственных связей, углубляющегося разделения труда и производства на макро-мезо-и микроэкономическом уровне Особое внимание уделяется валютно-кредитным рискам, их страхованию и хеджирования.

Ключевые слова: деньги,финансы, валюта,эмиссия, прибыль, банки, биткоин, вертуальность.

Современный этап развития мирового хозяйства и международных финансово-экономических отношений характеризуется сложными, зачастую, противоречивыми ситуациями, неоднозначными интересами между странами и регионами, включая взаимоотношения в мировой валютной системе. Последняя, по определению, призвана сопутствовать успеху в международном разделении труда и обеспечивать денежными, финансовыми ресурсами воспроизводственный процесс в русле повышения его социально-экономической эффективност для удовлетворения возвышающихся потребностей общества и отдельного социума. В этой связи денежные, валютные средства, финансово-кредитные ресурсы, сделки и операции на национальном, региональном и глобальном уровне должны осуществляться и регулироваться по согласованным нормам и правилам на основе использования объективных экономических законов, общепризнанных твердых, конвертируемых денежных знаков и валют. При этом мировые деньги, твердая, резервная валюта представляют собой финансово-экономические категории, всеобщий эквивалент товарного производства и обращения во времени и пространстве, выполняя известные пять своих адекватных функций: меру стоимости, средства в расчетах, средства платежа, средства накопления и сбережения, а также функцию мировых денег. Одновременно валюта представляет собой денежную единицу страны, используемую в международных расчетах, денежные знаки иностранных государств. Например, экспортеры, инвесторы и кредиторы обменивают полученную инвалюту на национальные деньги, а импортеры и должники приобретают необходимую инвалюту для оплаты своих международных обязательств. Напомним, что еще с VII века до нашей эры и до XX века нашего летоисчисления использовалась металлическая валюта, главным образом, из благородных металлов – серебра и золота, параллельно с которыми обращались банкноты, разменные на золото, векселя и чеки. Затем новым явлением стало введение общепланетарных денег- СДР (Специальных прав заимствования МВФ), региональных денег стран Европейского Союза (ЕВРО) и других. В настоящее время МВФ своим Уставом узаконил внедрение валютного паритета и определение средневзвешанного курса одной валюты по отношению к определенному набору инвалют методом расчета валютной корзины, в которую входят доллар США, Евро, Фунт стерлингов и японская иена. При этом мировая валютная система включает следующие подсистемы, элементы: резервные валюты и международные счетные валютные единицы; условия взаимной конвертируемости валют; унифицированный режим паритетов; регламентацию режимов валютных курсов; межгосударственное регулирование международной валютной ликвидности; стандартизацию правил использования международных кредитов; унификацию основных форм расчетов; режим функционирования мировых валютных рынков и рынка золота; мегосударственное регулирование валютных ограничений; международные организации, осуществляющие международное регулирование. При этом следует иметь ввиду, что эти и другие элементы мировой валютной системы постоянно модернизируются и совершенствуются. В частности, при МБФ имеется соответствующий Научно- исследовательский институт с высококлассными экспертами

и специалистами [1]. Этому напрвлению сопутствуют также фундаментальные и прикладные исследования и разработки, в частности, Лауреатов Нобелевской Премии по экономике: Фридриха Августа фон Хайека (1974 г.), Милтона Фридмена (1976 г.), Роберта Манделлы (1999 г.), Джозефа Стиглица (2001 г.), Пола Кругмана (2008 г.), Юджина Фома, Ларса Хансена, Роберта Шиллера (2013 г) и других. Именно им принадлежат плодотворные результаты научно-практического свойства в области функционирования современного международного и мирового финансового рынка, денежно-кредитного, валютного регулирования и расчетно-платежных отношений на макро-мезо- и микроэкономическом уровне, включая использование электронных денег, кредитных карт, смарткарт, платежных систем Visa, Mafster/ класс, а также SWIFT – Society for world wide Interbank Financial Telekommuncalion (Сообщество всемирных межбанковских финансовых телекоммуникаций), которая круглосуточно обслуживает более 7 тысяч финансовых институтов в 193 странах мира со штабквартиртирой, генеральным офисом в Брюсселе (Бельгия).

Вместе с тем в 2009 году мировое финансово-экономическое сообщество стало свидетелем рождения еще одной новации – изобретением «универсальной»,онлайнвиртуальвной криптовалюты «Bitkoin», которая является аналогом глобальной, тоже виртуальной валютой МВФ под названием СДР. Криптовалюта биткоин разработана и запущена в обращение группой, командой программистов под псевдонимом некоего Сатоси Накамото (Япония). В настоящее время в практическом обороте находится более 12 млн. биткоин при лимите в 21 мил. В январе 2014 года курсовая стоимость, цена одного биткоин на крупнейшей в мире онлайнвиртуальной японской биткоин-бирже Mt. Gox равнялась 915 долларов США [2] с перспективой ее роста, по мнению экспертов, до 1200 долларов к 2016 году. При этом лидерами в общемировом рейтинге по количеству трансакций с биткоин в январе 2014 года были США (28% от всех биткои-сделок), Россия (8%), Китай (7%). Затем следуют Германия, Англия, Канада, Франция, Австралия [3]. По данным поисковых запросов из Google Trends, в планетарном масштабе активнее всех интересуются биткоин жители США, Чехии, Эстонии, Канады и Финляндии, несмотря на его повышенную валатильность, очевидные риски (на региональных биткоин-биржах пространственный арбитраж по куплепродаже биткоин составляет до 30%), что является явным перебором, беспрецедентным историческим случаем.

Конечно, по поводу электронной криптовалюты биткоин среди специалистов и многих развитых стран имеет место неоднозначное, противоречивое отношение. Так, в частностности, Лауреаты Нобелевской Премии по экономике Фридрих Август фон Хайек, Роберт Манделл, Джозеф Стиглиц, Пол Кругман и Роберт Шиллер негативно квалифицируют данную криптовалюту, называя ее финансовым пузырем. С ними солидарны также бывший председатель ФРС США Ален Гринспен и директор Депортамента контроля над финансовыми услугами и рынками Центробанка Литвы С. Бразкаускас, призывающие быть бдительными, поскольку виртуальная валюта биткоин не узаконена в их странах, а также в Евросоюзе и в других развитых государствах, ибо авторы-создатели такой валюты-частные персоны могут в любое время исчезнуть в неизвестном направлении вместе с реальными чужими деньгами в виде твердой, мировой валюты.

Правительство Тайланда отклонило запрос биржи Bitcoin.co о регистрации бизнеса в стране с использованием биткоин, признав эти деньги вне закона. Власти Канады и Тайваня отказались признать легальной криптовалюту биткоин. Китайские, Индийские и Индонезийские власти строго предупредили своих партнеров по ВЭД об угрозах и рисках, связанных с биткоин. Германский Бундесбанк предостерег физических и юридических лиц, резидентов и нерезидентов об опасностях, связанных с криптовалютой, назвав ее спекулятивным товаром и заявив, что отсутствуют какие-либо гарантии для инвесторов и кредиторов, чтобы сохранить свои реальные деньги с использованием крипто-валютных сделок и операций. Латвийская Комиссия по рынку ценных бумаг и капитала предупредила своих граждан об использования биткоин, указав на их нелегальность, нелигитимность. В Сенате США в конце 2013 года прошли соответствующие слушания по рискам и угрозам, связанным с использование виртуальных валют, включая биткоин. При этом незадолго до этого ФБР арестовало основателя известного сайта SilkRoad, торговавшего биткоинами, объявив его преступником по 4-м статьям Уголовного Кодекса, подчеркнув в обвинении, что криптовалюта биткоин может облегчить продажу наркотиков, оружия,,детской парнографии и киллеров по платному найму. В Исландии официально разрешено покупать и продавать биткоины, однако их купля-продажа с участием иностранных контрагентов расценивается как перевод капитала за рубеж и отмы- вание денег,

капитала, ибо подобные операции здесь запрещены и преследуются соот – ветствующими законами [4].

Одновременно ряд стран и отдельные специалисты в сфере международных валютно-кредитных отношений отнеслись к новым виртуально-электронным леньгам с оптимизмом, положительно. Так, председатель Сбербанка России Г. Греф на экономическом Форуме в Давосе в 2013 году заявил в интервью агенству Bloomberg, что виртуальная валюта биткоин представляет собой положительный международный опыт, который, мол, раз-нообразит, освежает парадигму валютной эмиссии и ее можно и нужно регулировать. Нынешний глава ФРС США, Бен Бернанке, в отличие от бывшего своего коллеги Алена Гринспена, красноречиво поддержал биткоин, приписав ему потенциальную легитимность и возможную платежную эффективность, после чего цена за один биткоин повысилась до 1050 долларов. Эту позицию поддержал и Швейцарский парламент, решивший узако - нить в ближайшее время биткоин и прировнять его к иностранной валюте [5].

Резюмируя вышеизложенное, следует констатировать: 1) новая виртуальная крипто- валюта биткоин может интересовать (с соблюдением осторожного подхода к ее использованию), прежде всего, майнеров, спекулянтов и смелых инвесторов, готовых рисковать. Рядовых потребителей, покупателей товаров и услуг, да и средний класс общества данная криптовалюта едва ли понадобится в обозримом будущем., что свяаано пока с ее очевидной, сомнительной ликвидностью, а также с частными хозяевами-эмитентами в лице некой группы, команды псевдопрограммистов по имени Сатоси Накамото; 2) не вызывает сомнений и тезис о том, что для развивающихся стран, государств с транзитной, переходной экономикой, включая Казахстан, новая виртуальная криптовалюта биткоин не является актуальной, востребованной и надежной. Эта валюта может подталкнуть теневой бизнес, усугубить социально-экономическую нестабильность, расшатать банковский сектор, усилить недоверие к властным структурам в центре и на местах; 3) виртуальная криптовалюта биткоин не имеет реальной стоимости, тесно граничит с криминалом, отмыванием реальных денег, не опирается на адекватный эквивалент, с которым можно было бы сравнить биткоин, но который вполне способен спровоцировать подобие финансового пузыря, финансосовой пирамиды с печальными последствиями в этой непростой затее.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Новая экономическая энциклопедия.- М.:Финансы и статистика, 2002, - 724 с.
[2] Финансово-кредитный энциклопедический словарь.-М.: Финансы и статистика.-2010.
[3] Генкин А.С.Честные деньги: история и современность.-М.: Дело, -2013.
[4] www. Cooge. com-treds
[5] 5/ http///bitkoinoard.net

Фурсова Т.В.

Виртуалды валютаның керектігінің кейбір аспектілері «Биткоин»

Түйіндеме. Виртуалды валютаның қызмет етуін өткенді шолатын талдау Данның мақаласында Биткоин. Ерекше ілтипат әлемнің қатарда дамыған елдерін онының пікірлер және оны бағалау мынау сұрақ бойымен қолдану авторлық позициянын қоса.

Түйін сөздер: ақпарат, Биткоин, иновация, валюта, экономика, виртуал.

Fursova T.

Some Aspekts of the for Demand for virtual currency «Bitkoin»

Summary. The artticel present a retrospective analysis of the functionionioning of virtual currencu Bitcoin. A partieular atention is paid to the practice of ist first use in a numbert of developed countries, including boht positive and negative comments, various opinions and estimates of its use, and the autohors position on this issue.

Roy words: innovation, business, activities, nou-hau, effective, manee.

УДК 339.94

К. В. Орлов
(Магистратура Национального банка РК, АО «Нархоз»
Алматы, Республика Казахстан, constorlov90@mail.ru)

КРАТКОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РК

Аннотация: Демографическое прогнозирование имеет важнейшее значение в социально-экономическом развитии общества, позволяет государству осуществлять эффективное управление за трудовыми ресурсами. В данной статье проведено сравнение различных экстраполяционных методов прогнозирования численности населения, построена модель зависимости темпа прироста населения от основных социально-экономических факторов.

Ключевые слова: демография, демографическое прогнозирование, численность населения, темп прироста численности населения, методы экстраполяции.

В работе рассматриваются различные подходы к прогнозу численности населения Республики Казахстан и выявляется наиболее подходящий из них. Методы демографического прогнозирования делятся на экстраполяционные, каузальные, а также на различные модификации когортно-компонентного метода (метода передвижек) [2]. Экстраполяционные ставят собой задачу только выявить только динамику численности населения и потому носят только пробный, разведочный характер исследования. Каузальные методы основаны на построении некой зависимости рождаемости, смертности от основных социально-экономических факторов и носят больше нормативный характер. Когортно-компонентный метод на основе прогноза повозрастных показателей рождаемости, смертности, миграции позволяет рассчитать половозрастную структуру населения, на основе которой и совершаются выводы о демографической нагрузке трудоспособного населения, доле молодого и пожилого населения, а также мерах по устранению связанных с ними возможных социально-экономических проблем.

Рассмотрим сначала методы экстраполяции. Простейшим из них является линейная модель

$Pt = Po + a*t$,

где Po и Pt - численность населения соответственно в моменты времени 0 и t;

a- абсолютный среднегодовой прирост;

t - время в годах.

Исходя из данных за 2004-2010 годы, абсолютный среднегодовой прирост составил 211,5 тысяч человек. Считая этот прирост неизменным в течение 2011-2015 годов, получаем, что средняя ошибка составила 77 тысяч человек (Табл.1).

Таблица 1. **Результаты линейной экстраполяции численности населения РК за 2011-2015 годы.**

Год	Год отчета	Предсказанная численность населения	Действительная численность населения	Квадраты остатков
2004	0	14 850 979	14 951 200	
2005	1	15 062 512	15 074 767	
2006	2	15 274 045	15 219 291	
2007	3	15 485 578	15 396 878	
2008	4	15 697 111	15 571 506	
2009	5	15 908 645	15 982 370	
2010	6	16 120 178	16 203 036	
2011	7	16 331 711	16 440 124	11 753 378 569
2012	8	16 543 244	16 673 077	16 856 561 520
2013	9	16 754 777	16 909 776	24 024 579 288
2014	10	16 966 311	17 160 774	37 816 038 942
2015	11	17 177 844	17 417 400	57 387 214 025
Корень из суммы квадратов остатков				384 497
Средняя ошибка				76 899

Примечание: составлено автором на основе источника [4].

Следующий вид экстраполяции – геометрическая модель[1]. Она имеет вид Pt = Po *(1+r)^t (2), где r – среднегодовой темп прироста. Исходя из прошлых данных и полагая, что темп прироста останется постоянным и равным 1,23%, приходим к выводу, что средняя ошибка будет равной 103 тысячи человек (табл. 2).

Таблица 2. **Результаты геометрической экстраполяции численности населения РК за 2011-2015 годы**

Год	Год отчета	Действительная численность населения	Предсказанная численность населения	Квадраты остатков
2004	0	14 951 200	14 951 200	
2005	1	15 074 767	15 135 541	
2006	2	15 219 291	15 322 154	
2007	3	15 396 878	15 511 069	
2008	4	15 571 506	15 702 312	
2009	5	15 982 370	15 895 914	
2010	6	16 203 036	16 091 902	
2011	7	16 440 124	16 290 307	22 445 051 666
2012	8	16 673 077	16 491 158	33 094 344 809
2013	9	16 909 776	16 694 486	46 349 742 117
2014	10	17 160 774	16 900 321	67 835 956 583
2015	11	17 417 400	17 108 693	95 300 009 993
Корень из суммы квадратов остатков				514 806
Средняя ошибка				102 961

Примечание: составлено автором на основе источника [4].

Другим распространённым методом оценивания численности населения является построение логистической функции, которая имеет вид Pt = A/ (1+b*exp (-u*t)) (3). Константа A имеет смысл предельной величины численности населения, при приближении к которой темпы роста оказываются близкими к нулю. В качестве такой константы была найдена величина, равная около 50,5 млн человек, а параметры b и u – 2,414 и 0,0218, соответственно. Значения подбирались из условия минимума суммы квадратов отклонений предсказанной с помощью логистической функции численности населения и действительной численностью.

Таблица 3. **Результаты экстраполяции численности населения РК с помощью логистической функции за 2011-2015 годы**

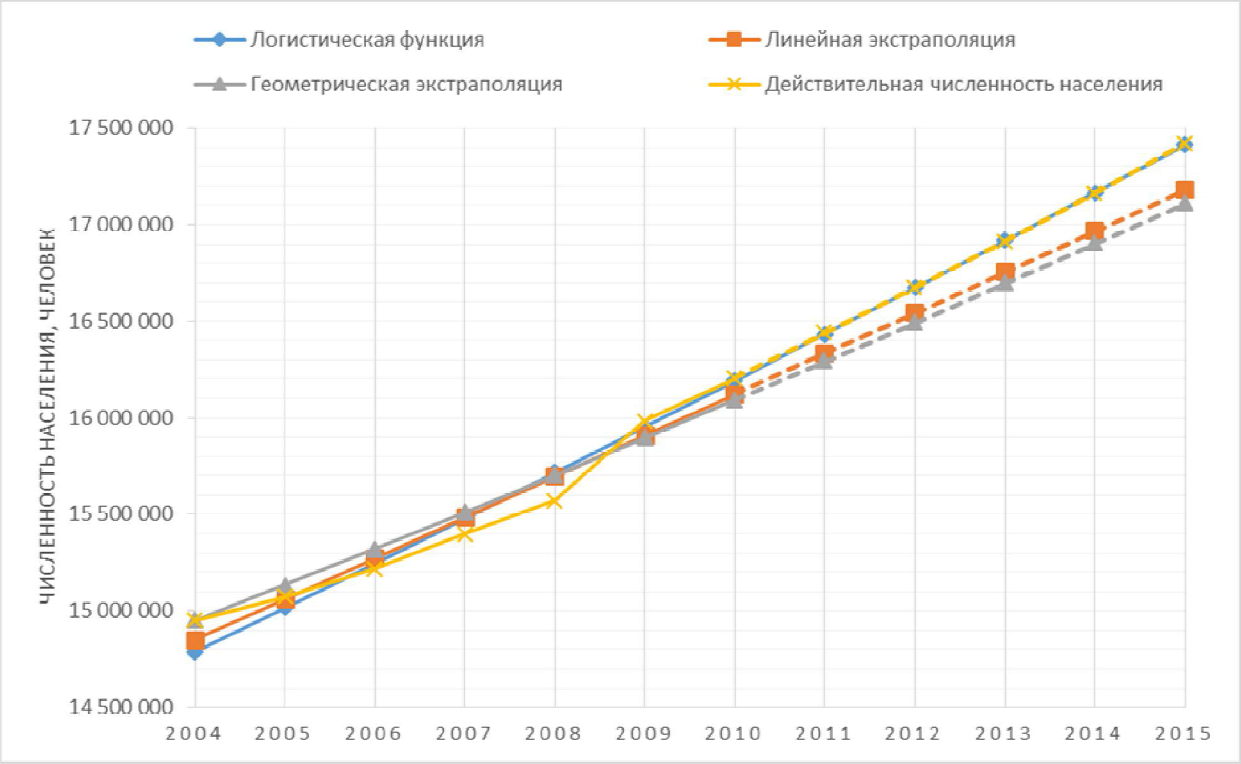
Год	Год отчета	Предсказанная численность населения	Действительная численность населения	Квадраты остатков
2004	0	14 787 251	14 951 200	
2005	1	15 016 242	15 074 767	
2006	2	15 247 265	15 219 291	
2007	3	15 480 291	15 396 878	
2008	4	15 715 291	15 571 506	
2009	5	15 952 233	15 982 370	
2010	6	16 191 085	16 203 036	
2011	7	16 431 812	16 440 124	69 084 804
2012	8	16 674 379	16 673 077	1 694 755
2013	9	16 918 748	16 909 776	80 493 088
2014	10	17 164 881	17 160 774	16 864 409
2015	11	17 412 737	17 417 400	21 739 926
Корень из суммы квадратов остатков				13 780
Средняя ошибка				2 297

Примечание: составлено автором на основе источника [4].

В результате, если прогнозировать численность населения РК в краткосрочном периоде, то наиболее подходящим является метод логистической функции, когда при одинаковом качестве подгонки соответствующей кривой по историческим данным за один и тот же период получается наименьшая средняя ошибка в будущем периоде (рис. 1).

Следующим важным шагом в анализе моделей демографического прогнозирования населения РК является рассмотрение социально-экономических факторов, влияющих на основные демографические показатели. Одним из них является ежегодный темп прироста численности населения РК. На основе нескольких факторов $x_1, x_2, \ldots$ строится уравнение зависимости, а затем на основе геометрического роста прогнозируется и численность населения. Этот метод совместил в себе и геометрическую экстраполяцию, и принципы каузального прогнозирования. К сожалению, данный метод не дает убедительные результаты в точности прогнозирования ввиду небольшого периода исторических данных, что связано с переходом от одной экономической формации к другой. Тем не менее, исследование характера зависимости темпа прироста численности населения от социально-экономических факторов имеет огромное значение в формировании государственной политики в демографической сфере.

Рисунок 1. Сравнение различных методов экстраполяции численности населения РК за 2011-2015 годы.



Примечание: составлено автором на основе источника [4].

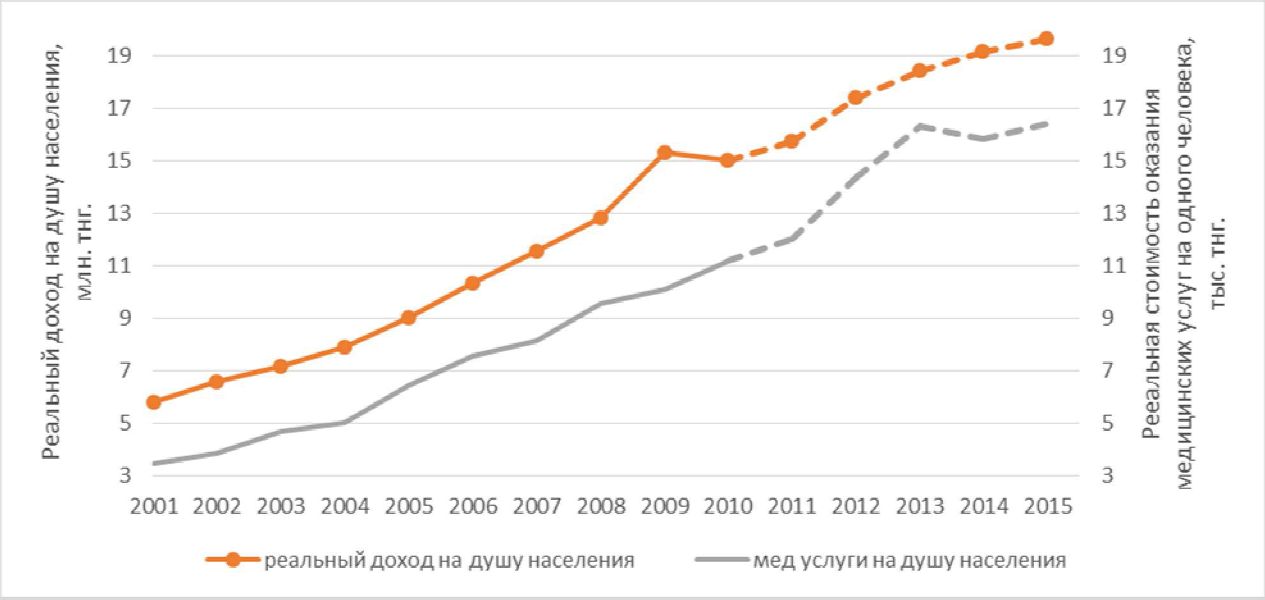
Самым очевидным экономическим фактором, влияющий на темп прироста является уровень ВВП на душу населения и его возможные модификации. В качестве таковой был взят реальный доход на душу населения, где базовым годом является 1999-й (Рис.2). Как отмечалось выше, исторические данные для более ранних периодов не рассматриваются по причине совершенно иной экономической и политической жизни Казахстана в советский период и переходных явлений в 90-е годы. На основе данных за 2000-2010 годы коэффициент корреляции между темпом прироста и реальном доходом на душу населения составил 92,30%, что говорит о сильной положительной зависимостью между переменными. При построении линейной регрессии показатель R^2 оказался равным 85,18%, коэффициент при объясняющей переменной равен 0,00023%, и переменная значима.

Вполне определенным шагом далее было включить в модель переменную, связанную с оказанием медицинских услуг (Рис.2). Таковой стала стоимость медицинских услуг на душу населения в

предыдущем календарном году, выраженная в ценах 2000 года. Коэффициент корреляции находится на уровне 87%, что и говорит о целесообразности включения переменной в модель. При построении линейной регрессии нормированный показатель R^2 оказался равным 89,35%, коэффициенты при реальном доходе и стоимости медицинских услуг равны 0,00061% и -0,50%, соответственно, обе переменные значимы на уровне 5%.

Следующая переменная, отражающая отношение общества к институту семьи, стала разность между количеством заключенных за предыдущий календарный год браков и разводов на 1000 человек населения (далее – дельта браков), коэффициент корреляции между которой и темпом прироста составила 93,50%(Рис.3). При построении линейной регрессии нормированный показатель R^2 оказался равным 91,65%, коэффициенты при реальном доходе, стоимости медицинских услуг и дельте браков равны 0,00045%, -0,50% и 0,53%, соответственно, все переменные значимы на уровне 15%.

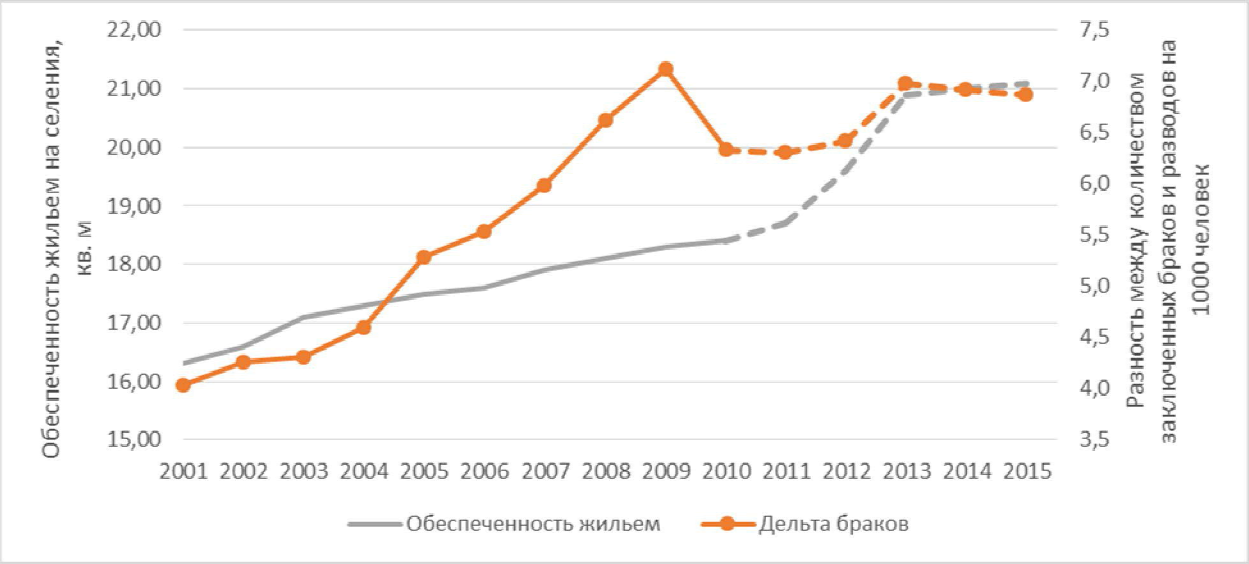
Рисунок 2. Динамика реального дохода на душу населения и реальной стоимости оказанных медицинских услуг.



Примечание: составлено автором на основе источника [4].

Наконец, стоит рассмотреть переменную, характеризующую обеспеченность населения жильем. Она выражена в квадратных метрах жилья на одного человека (Рис.3). Прослеживается чёткая положительная зависимость этой величины и темпом прироста численности населения, так как коэффициент корреляции между ними равен 88,95%. При построении линейной регрессии нормированный показатель R^2 оказался равным 93,11%, коэффициенты при реальном доходе, стоимости медицинских услуг, дельте браков и обеспеченности населения жильем равны 0,00045%, -0,63%, 0,48% и 0,62%, соответственно, все переменные значимы на уровне 20%.

Рисунок 3. Динамика обеспеченности жильем населения и дельты браков на 1000 человек населения.



Примечание: составлено автором на основе источника [4].

На основе этих четырех регрессий приходим к выводу, что наиболее точной является последняя с четырьмя объясняющими переменными. Это подтверждает и информационные критерии Акаике и Шварца. У регрессии №1 они равны, соответственно, -8,33 и -8,27, у регрессии №2 - -8,71 и -8,62, у регрессии № 3 - -8,91 и -8,79, у регрессии №4 - -9,08 и -8,93. Окончательно сравниваем эти модели по прогнозным значениям численности населения, получаемых из них, с действительной численностью (Табл. 3).

Таблица 4. **Характеристики регрессий темпа прироста численности населения на социально-экономических факторы и качество прогнозирования численности населения в 2011-2015годах.**

№ регрессии	Переменные/уровень значимости					Критерий Акаике	Критерий Шварца	Средняя ошибка прогноза, человек
	Свободный член	Реальный доход	Мед услуги	Дельта браков	Обеспеченность жильем			
1	0,35%	0,01%	-	-	-	-8,33	-8,27	280 636
2	0,09%	0,80%	5,12%	-	-	-8,71	-8,62	63 485
3	0,68%	4,20%	3,71%	13,79%	-	-8,91	-8,79	84 010
4	10,37%	3,71%	2,14%	15,37%	19,19%	-9,08	-8,93	50 335

Примечание: составлено автором на основе источника [4].

Таким образом, линейная регрессионная модель $r = -12.84\% + 0.00045\% * RI - 0.63\% * MS(-1) + 0.48\% * DM(-1) + 0.62\% * L$,(4) где r– ежегодный темп прироста численности населения, RI – реальный доход на душу населения, MS – реальная стоимость оказанных медицинских услуг, DM дельта браков, L обеспеченность жильем населения, позволяет совершать краткосрочные прогнозы численности населения чуть точнее, чем традиционные методы линейного или геометрического(экспоненциального) приближения, но все же уступает методу логистической функции. Но преимуществом данной модели является ее нормативное значение. Она предоставляет возможность государственным органам определять целевые значения параметров, при которых численность населения достигнет желаемого уровня.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Медков В. М. Демография: Учебник. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 683с.

[2] Денисенко М. Б., Калмыкова Н.М. Демография: Учеб. Пособие. - М.: ИНФРА-М, 2007. – 424с.

[3] Министерство экономики и бюджетного планирования Республики Казахстан. Аналитический доклад на тему: «Демографический прогноз Республики Казахстан: основные тренды, вызовы, практические рекомендации», Астана, 2014

[4] http://www.stat.gov.kz/ Официальный сайт Комитета по статистике Министерства Национальной Экономики РК.

Орлов К. В.

Қысқа мерзімді демографиялық болжаулары

Түйіндеме: демографиялық болжау қоғамның әлеуметтік-экономикалық дамуына өте маңызды болып табылады, еңбек ресурстарын тиімді басқаруды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Мақалада халық саны болжаудың түрлі экстраполяция әдістерін салыстыруы өткізілді, негізгі әлеуметтік-экономикалық факторлардан өсу қарқыны байланысты моделі салынған.

Түйінді сөздер: демография, демографиялық болжау, халық саны, халық саны өсу қарқыны, экстраполяция әдістері.

Orlov K. V.

Short run demographic forecasts

Summary: demographic forecasting has a significant meaning in society socio-economic development; state is allowed to implement effective labor force management. In the article different extrapolation population forecasting methods comparing was conducted, a model of population growth rate dependent on basic socio-economic factors was constructed.

Key words: demography, demographic forecasting, population, population growth rate, extrapolation methods.

УДК 339.94

М.М. Нурпеисова

(Университет «НарХоз», Алматы Республика Казахстан)

ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРЕБЛЕНИЕ МОЛОКА И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Аннотация. Молоко – один из важнейших продуктов питания человека. Во многих странах, используется в основном коровье молоко. В Казахстане доля его потребления составляет около 95 % от общего количества, потребляемого населением. Природа чрезвычайно внимательно позаботилась о молоке, наделив его биологически активными веществами в наиболее полезных сочетаниях.

Ключевые слова: молоко, молочные продукты, потребность. производство, потребление, молоко,молочная продукция. импорт, экспорт, продукция

В таблице 1 показана потребность населения в молочных продуктах (в пересчете на молоко) и их фактическое потребление в РК

Таблица 1. **Потребность населения в молочных продуктах (в пересчете на молоко) и их фактическое потребление в РК**[1)]

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Численность населения РК, млн. чел .	14,9	15,1	16,3	16,6	16,8	17,0	17,3
Потребность в молочных продуктах по принятой норме в РК *, тыс. т	3874	3926	4238	4316	4368	4680	4498
Потребность в молочных продуктах по научной норме*, тыс. т	6035	6116	6602	6723	6804	6885	7007
Среднедушевое потребление молочных продуктов в год (статистика)	235,2	189,6	204	228	221	228	225,6
Потреблено молочных продуктов в пересчете на молоко, тыс. т	3510	2863	3325	3785	3713	3876	3903
Уровень достижения принятой в РК нормы, %	91	72,9	78,5	87,7	85	82,8	86,8
Уровень достижения научной нормы, %	58	46,8	50,4	56,3	54,6	56,3	55,7

1) Данные Агентства по статистике Республики Казахстан
* 260 кг на душу населения в год – принятая в Казахстане норма потребления молочных продуктов
** 405 кг на душу населения в год – научно обоснованная норма потребления

Потребление молочных продуктов на душу населения в Казахстане составило 290 кг в год при норме 260 кг в год, по сравнению с 2013 годом увеличилось на 2,7% и составило 5 020,3 тыс. тонн.

Производство молока носит сезонный характер, в то время как потребители едят молочные продукты круглый год, причем пик потребления противоположен пику производства сырого молока.

Молоко в Казахстане производится в трех категориях хозяйств: сельскохозяйственные предприятия (СХП) - бывшие колхозы и совхозы; фермерские (крестьянские) хозяйства (КХ); личные подсобные хозяйства (ЛПХ). За период преобразований структура молочного скотоводства сместилась в сторону формы домашнего хозяйствования, на которое приходится примерно 90% поголовья и производства.

Производство молочной продукции до 2014 г. в натуральном выражении в течение пятнадцати лет (2000-2014 гг.) в Казахстане развивается динамично и за 15-летний период возросло в 4, 9 раза, достигнув 216 млрд. тенге.

В том числе производство различных видов молочной продукции выросло от 2,6 раза (молоко сухое, а также сыр и творог) до 23 раз (молоко сгущенное). Положительная динамика производства молочных продуктов сохраняется и в последние пять лет.

При этом в Алматинском регионе молочная промышленность развивается более высокими темпами, чем в целом в Казахстане. В настоящее время Алматинский регион производит обработанного жидкого молока 24,5% от республиканского объема, масла сливочного 42%, сыра и творога 43%, мороженого 60%, прочих молочных продуктов 29%, в том числе молока сгущенного 90%, молока и сливок ферментированных 20%.

Однако объем производства молочных продуктов в Казахстане в значительной мере не достиг уровня 1990 г.: производство молока жидкого обработанного составляло 1470 тыс. т, что в три раза больше, чем в 2014 г.; молока сухого соответственно 8 тыс. т и 2,6 раза; масла сливочного 85,1 тыс. т или в 4,5 раза; сыра и творога 35,2 тыс. т и 1,6 раза.

Главным тормозом развития промышленного производства молочных продуктов является дефицит и недоступность молочного сырья из-за отставания молочного животноводства – архаичная структура, экстенсивное его развитие.

Производство молочной продукции Алматинского региона возросло в 17 раз (80 млрд. тенге). При этом удельный вес региона в общереспубликанском объеме возрос примерно в три раза с 10,7 % в 2000 г. до порядка 30% в 2014 г.

Алматинский регион занимает значительное место в экономике Казахстана. Роль его в промышленном производстве в целом не столь велика – 7% от общереспубликанского объема, но удельный вес обрабатывающей промышленности Алматинского региона в 2014 году составил 17%, пищевой промышленности - 26,3% и молочной промышленности – порядка 30% от общереспубликанского объема.

Известно, что молоко сгущенное, масло сливочное, сыр и творог являются молокоемкими продуктами, высокая импортозависимость Казахстана на их рынках является подтверждением дефицита или недоступности молока-сырья. В табл.2 представлены расчеты автора по данным Агентства по статистике РК по уровню промышленной переработки молока за ряд лет.

Таблица 2. **Расчет уровня промышленной переработки сырого молока и молочных продуктов за 2000-2014 гг.**

		2000	2005	2010	2014	2012	2013	2014
В целом по Казахстану								
1	Молоко, произведенное во всех категориях хозяйств, тыс т (статистика)	3720	4749	5381	5068	4852	4930	5068
2	Ресурсы сырого молока (производство за вычетом расходов на выпойку телят и др. -13%), тыс. т	3236	4132	4681	4409	4221	4289	4409
3	Молочная продукция промышленного производств в пересчете на молоко, тыс. т	358	970	970	1644	1118	1544	1644

4	Молочная продукция промышленного производства в пересчете на молоко за исключением использованного импортного сырья, тыс. т	328	800	800	1409	908	1364	1409
5	Потребление молочных продуктов населением в пересчете на молоко (расчет*), тыс. т	3510	2863	3325	3903	3713	3876	3903
6	Потребление молочных продуктов населением в пересчете на молоко, за исключением импорта, (расчет**) тыс. т	**3164**	**2272**	**2436**	**2953**	**2789**	**2998**	**2953**
7	Доля использованного на промпереработку молока в ресурсах сырого молока*** , %	10	19	17	32	22	32	32
8	Доля использованного на промпереработку молока в общем расходе молока на потребление****, %	11,3	42,7	39,8	55,7	40	51,5	55,7
9	Объем невовлеченных в промпереработку ресурсов сырого молока, тыс.т (строка 2 минус строка 4)	2908	3332	3881	3000	3313	2925	3000
10	Объем неиспользованных на потребление населением ресурсов молока, тыс. т (строка 2 минус строка 6):	**72**	**1860**	**2245**	**1456**	**1432**	**1291**	**1456**

*В расчете используется статистика по среднедушевому потреблению, определенному на основе методики выборочного обследования домохозяйств.

** В расчете используются данные по импорту из стат.данных по балансу молочной продукции.

*** Расчет: строка 3 делится на строку 2, умножается на 100.

****Расчет: строка 3 делится на строку 5, умножается на 100.

Споры о том, насколько соответствует реалиям статинформация об объеме производства молока товаропроизводителями Казахстана и, соответственно, об объеме его ресурсов для переработки в молочные продукты, не прекращаются на протяжении многих лет.

В табл.2 представлены расчеты уровня промышленной переработки молока, проведенные автором с использованием двух подходов.

По первому способу рассчитывается доля промышленно переработанного молока в официально определенных ресурсах сырого молока. Из расчета видно, что она (доля) с 2000 г. возросла в 3,2 раза, но при этом в 2014 г. составила лишь 32% (для сравнения: в 1990 г. доля превышала 70%). Невовлеченным в промышленную переработку остается 3 млн. т молока, но установить достоверность этого не представляется возможным, поскольку другие каналы реализации и потребления молока и молочных продуктов (уличное, кустарного или домашнего производств, др.) статистика не прослеживает. Кроме того, на протяжении многих лет объем потребления молока населением по существу приравнивалось к его ресурсам. При использовании указанного подхода оказывается, что среднедушевое потребление молока и молочных продуктов в 2014 г. составило 255 кг, а с учетом импорта – более 300 кг, что вызывает сомнение, т.к. близко к уровню потребления с высоким уровнем молочного скотоводства и молочной промышленности.

Более достоверным способом определения доли промышленной переработки молока представляется использование показателя среднедушевого потребления молока и молочных продуктов, определяемого методом выборочного обследования домохозяйств.

Исходя из этого показателя, можно рассчитать объем потребления молочных продуктов в Казахстане, вычесть из него импортную составляющую и таким образом оценить объем потребления отечественных молока и молочных продуктов и выделить непереработанное (уличное, или кустарное, или непакетированное) и переработанное молоко. Среднедушевое потребление молока, определенное таким способом, например, в 2014 г. составило 225 кг, а объем потребления молока и молочных продуктов, за вычетом импортных, составило около 3 млн. т. Оказывается, что доля промышленно переработанного молока в общем объеме потребленных молочных продуктов в пересчете на молоко в 2014 г. достигла почти 60%. При этом выявляется, что объем неиспользованных молочных ресурсов составляет почти 1,5 млн.т.

Таким образом, по результатам расчетов можно утверждать, что определенный статистическими органами объем молока, произведенного сельхозпроизводителями, не соответствует действительности, чрезвычайно завышен, требуется изменение метода определения этого показателя. В то же время в реальности переработчики испытывают дефицит доступного и пригодного для переработки молока, особенно Алматинского региона ,которая испытывает дефицит молочного сырья значительно в большей степени, чем в среднем по Казахстану.

Молочный бизнес относится к трудному бизнесу из-за сложности состава молока, быстрой порчи и его потенциальной способности быть источником болезней, обычно вызываемых пищевыми продуктами. Это выступает одной из причин необходимости строгого технологического и санитарного контроля производства, переработки и всех стадий маркетинга молока. Во-вторых, в силу особенностей молочного скотоводства (биологические циклы коров, связанные с рождением телят, колебания погодных условий, качество кормов) производство молока даже в странах с достаточно высоким уровнем технологии и менеджмента, носит выраженный сезонный характер (в США до 20%), поэтому и производство молочных продуктов подвержено сезонным колебаниям. Сырьевое молоко и большинство молочных продуктов, относясь к скоропортящимся продуктам, имеют короткие нормативные сроки реализации. Транспортировка их большие расстояния сопряжена с большими затратами по указанной причине, а также ввиду их высокой влажности. Главным образом поэтому сырое молоко и многие виды молочной продукции (цельномолочные, кисломолочные) не получили развития в международной торговле, не являются биржевыми товарами.

Развитие молочной промышленности Казахстана сдерживается прежде всего дефицитом качественного молочного сырья. Из-за этого в Казахстане низкий удельный вес вовлечения молока в промышленную переработку, велика доля импорта молочных продуктов длительного хранения, молочная продукция неконкурентоспособна на внешнем рынке. Поэтому представляется, что наиболее действенной мерой государственного стимулирования развития молочной промышленности, должны быть меры по концентрации молочного скотоводства в так называемых «молочных поясах», финансовой поддержки развития специализированных средних и крупных молочно-товарных ферм, оснащенных современным оборудованием, обеспеченных племенными высокопродуктивными животными, на которых наиболее реально создание высокой культуры ведения стада. Одним из главных способов развития молочной промышленности является кооперация.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Данные Агентства по статистике Республики Казахстан

[2] Материалы Молочного Союза Казахстана

[3] Программа по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013-2020годы «Агробизнес-2020» - Астана,2020.

[4] Данные Министерства сельского хозяйства (МСХ) РК (сайт)

Нурпеисова М.М.

Қазақстан Республикасында сүт және сүт өнімдерді өндіру және тұтыну

Түйіндеме. Сүт адамның тамақтану жүйесіндегі «тағамдық құндылықтарының теңгерімділігі» мағынаға ие маңызды өнімдердің бірі. Сондықтан берілген мақалада халықты сүт өнімдерімен (сүт есептерін қатысты) қамтамасыз ету қажеттіліктерінің мәселелері және олардың Қазақстанда өндірісімен және тұтынуы мақалада қарастырылған.

Нурпеисова М.М.

Production and consumption of milk and dairy products of the Republic of Kazakhstan

Summary. The purpose of our article is to analyze the consumption and productions of milk and milk products with high social importance, a certain level of consumption that is necessary to preserve the health of the nation and to suggest ways for improving the development of the dairy sector in order to achieve the level of physiological consumption norms of the Republic of Kazakhstan.

УДК 541.64

В.В. Кудряшов, Н.Р. Гусейнов, Г.А. Байгаринова, А.М. Ильин
(ННЛОТ КазНУ им. аль-Фараби, Алматы,Республика Казахстан, kudryashov.post@gmail.com)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТА ГРАФЕН-ПОЛИМЕР С ПОМОЩЬЮ АТОМНО-СИЛОВОГО МИКРОСКОПА

Аннотация. Представлены результаты исследования механических свойств структурной ячейки графен-полимер с использованием атомно-силового микроскопа. Кроме того, были проведены исследования по влиянию электронного облучения на изменение твердости полученного композита. Использование спектроскопии комбинационного рассеяния света позволило контролировать структурные изменения в графене в результате электронного облучения.

Ключевые слова: Графен, FLG (малослойный графен), атомно-силовая микроскопия (АСМ), ПММА - полиметилметакрилат, радиационная модификация, рамановская спектроскопия, CVD (chemical vapor deposition) химический процесс газофазного осаждения.

Введение

Как известно, графен обладает уникальными физико-механическими свойствами, которые делают его перспективным армирующим элементом в полимерных матрицах[1-2]. Такие материалы относятся к композиционным материалам. Состояние валентных электронов атома углерода в графене определяется sp^2 гибридизацией обусловленной тремя σ связями и одним π электроном. σ связи формируют механические свойства графена, а π электроны его электрические свойства. Свободные π электроны могут быть задействованы в образовании химической связи с атомами матрицы. Но образование подобной связи маловероятно, так как графен является химически инертным в силу сильно связанных p_z орбиталей в делокализованную π систему [3].

В малослойном графене состоящем из максимум 10 слоёв графена, «сцепку» атомарных плоскостей обеспечивают достаточно слабые Ван-дер-Ваальсовые силы. Данные силы вызваны дипольным моментом между атомным остовом графеновой структуры и системой делокализованных □□электронов, что в свою очередь приводит к их слабому взаимодействию и как следствие к скольжению относительно друг друга. Поэтому одной из основных задач по уменьшению анизотропии малослойного графена является изменение его структуры путем радиационно-стимулированной модификации. Контролирование данного процесса позволит не только управлять химической активностью поверхности, но и изменять его механические свойства.

В результате электронного облучения есть вероятность появления так называемых "мостиковых" радиационных дефектов, которые образованы в результате появления прочной ковалентной связи между двумя графеновыми слоями. Кроме этого возможно появления точечных дефектов, вызванных отсутствием в структуре связующего атома углерода. Поэтому в малослойном графене появление точечных и мостиковых дефектов [4] могут существенно улучшить способность к связыванию поверхности графена с атомами многих веществ, представляющих интерес, в частности, с полимерными материалами, за счет формирования дополнительных прочных ковалентных связей.

Создание структурной ячейки графен – полиметилметакрилат (ПММА) и ее характеризация

Образцы графена были получены методом CVD на никелевой подложке. Далее путем травление поверхности никеля производилось освобождение образцов графена. Затем образцы графена окунались в дистиллированную воду с последующим их переносом на диэлектрическую подложку Si/SiO_2 [5]. Нанесение полимера на подложку осуществлялось с использованием метода «Spin coating», который позволял контролировать толщину полимера от 200 до 300 нм, в зависимости от

скорости вращения. На рисунке 1 представлена оптическая микрофотография полученного графена на диэлектрической подложке покрытым полимером ПММА.

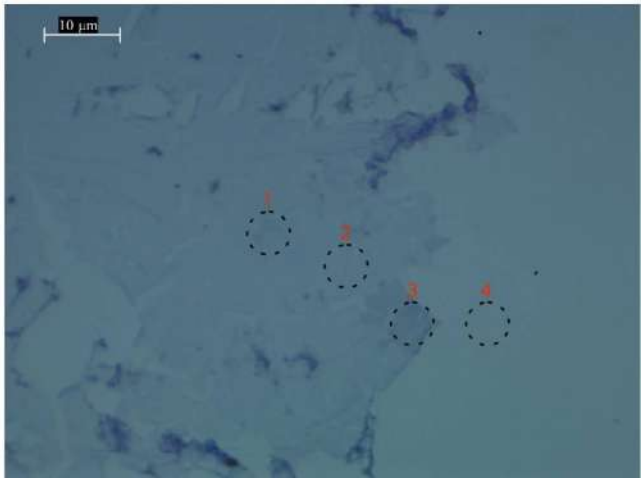


Рис. 1. Оптическая микрофотография композита графен-ПММА

Для исследования механических свойств композита графен-полимер на одном образце было выбрано четыре области, как показано на рисунке 1:

1) исходный графен – ПММА
2) облученный графен – ПММА
3) мало - слойный графен – ПММА
4) Si/SiO_2 – ПММА

После электронного облучения структура и морфология образца была исследована с помощью рамановской спектроскопии. На рисунке 2 показаны рамановские спектры, снятые с областей указанных на микрофотографии. Где облученный графен имеет синий спектр, исходный графен (красный спектр) и мало - слойный графен (черный спектр).

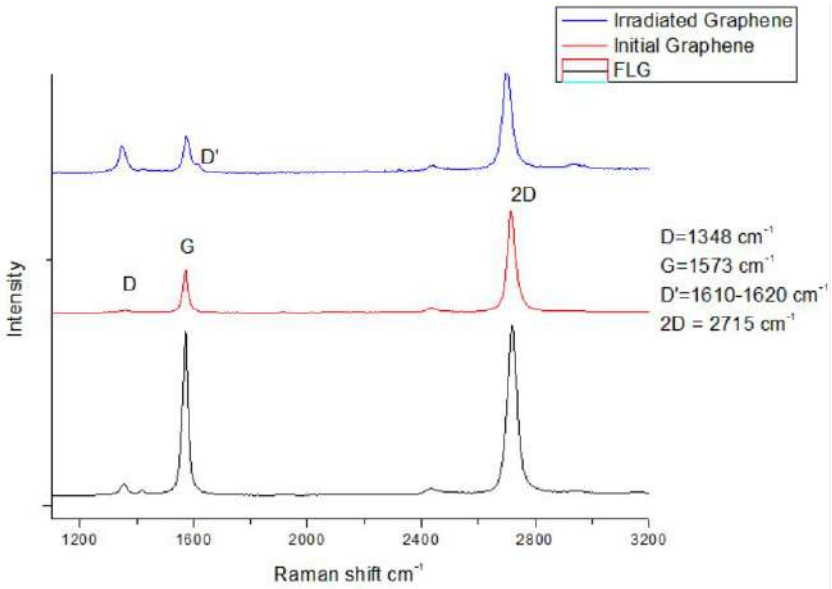


Рис. 2. Рамановские спектры облученного графена, исходного графена и малослойного графена

Как видно из рамановских спектров, после воздействия электронного пучка с поверхностью графена на электронном микроскопе Fei Quanta 200i 3d со следующими параметрами облучения: Ip=1,05 нА, HV=15 kV, $P=3*10^{-3}$Pa, $D=2,85*10^{17}$ e^-/cm^2. [6] произошли структурные изменения графена, о чем свидетельствуют появление характерных пиков D и D′ на частотах 1348 $см^{-1}$ и 1618 $см^{-1}$

соответственно [7]. Пик D в углеродных материалах характеризует дыхательную моду в результате колебания шестигранной молекулы, которая возникает благодаря появлению дополнительной степени свободы.

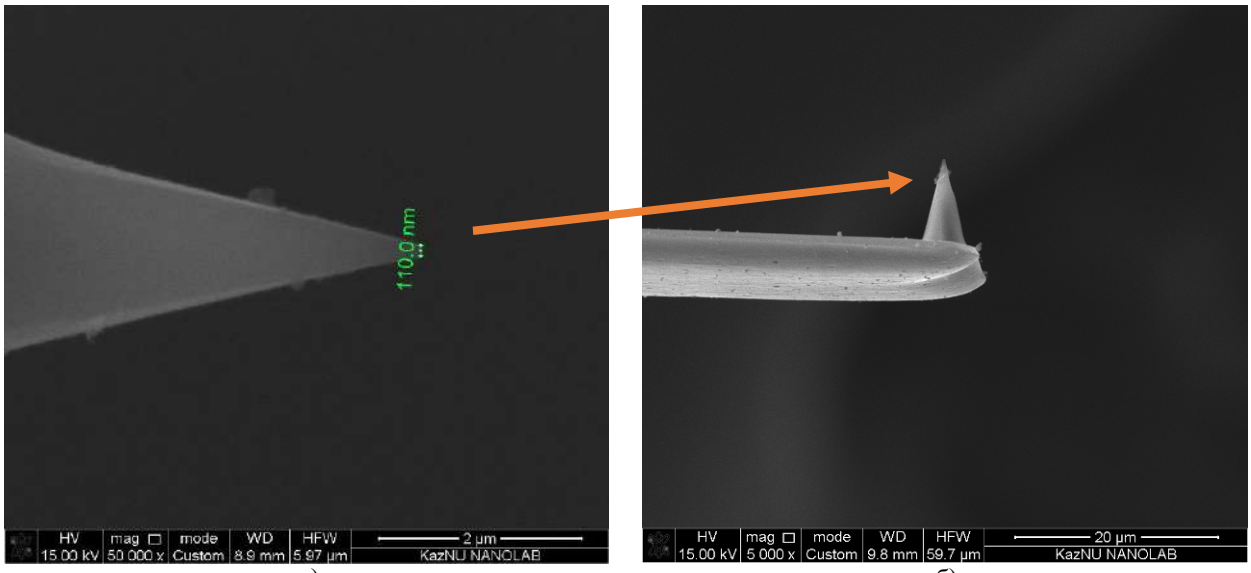
Исследование механических свойств композита графен-полимер с помощью атомно-силового микроскопа

Для определения механических свойств полученного композита применялся контактный метод исследования поверхности и получения отпечатков методом вдавливания индентора в поверхность полимера. Глубина отпечатка индентора определяла величину твердости композита графен – полимер. Измерение механических свойств композита графен - полимер, проводились на атомно-силовом микроскопе Solver Spectrum фирмы NT-MDT.

Испытания проводились по аналогии с методом измерения твердости по Шору (метод вдавливания), в качестве индентора служил кантилевер DCP-11. Зонды этой марки производят с алмазным покрытием, что придает зонду высокую износостойкость и твердость. Зондом CSG-01 проводились измерения глубины вдавливания индентора. Данный тип кантилевера обладает очень низким коэффициентом жесткости, благодаря чему пригоден для сканирования полимеров в контактном режиме. Последовательно используя данные типы зондов, проводился качественный анализ твердости полученных композитов.

Использование стандартных методов измерения механических свойств материала затруднялись из-за специфики полученного композита. Применение полимера в качестве матрицы не дает возможности использования отработанных методик измерения твердости (метод Виккерса, Роквелла и определение твердости по Брюнеллю) [8].

На рисунке 3 представлены электронные микрофотографии зондов, до и после проведения испытания механических свойств композита графен-полимер. Как видно, геометрия зонда не изменяется в ходе проведения испытания, но повторное использование зонда в качестве индентора требует очистки от загрязнений.



а) б)

Рис. 3. СЭМ изображение кантилевера DCP-11 а,б до и после проведения индентирования

Процесс проведения испытаний по определению твердости полученного композита можно разделить на несколько этапов:

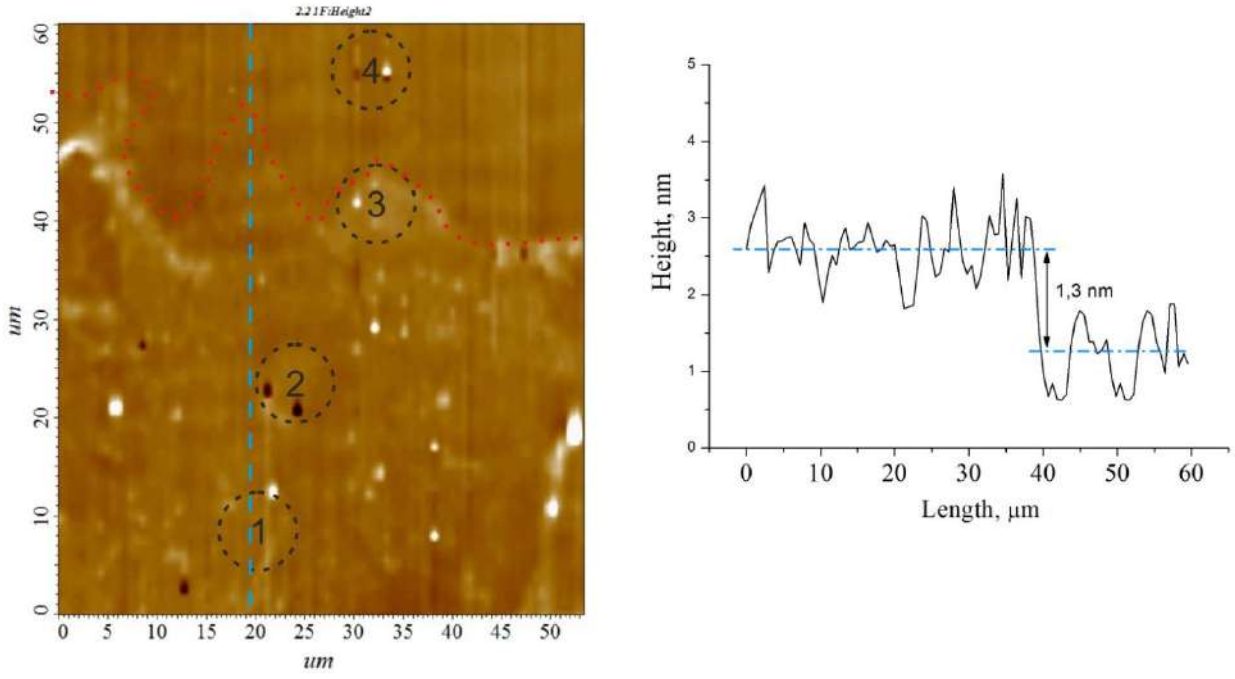
1. С помощью атомно-силового микроскопа проводилось сканирование выделенной области композита с целью позиционирования по образцу. На данном этапе применялся отобранный зонд марки DCP-11 с подходящей геометрией и радиусом закругления

2. На полученном изображении (рисунок 4а) отмечались места для индентирования, т.е. расстояние между точками и зонами вдавливания зонда в образец

3. Используя программное обеспечение Nova-PX, выставлялись следующие параметры для определения твердости композита: значение DFL – характеризующее силу взаимодействия зонда с поверхностью композита, время воздействия зонда с поверхностью и пилообразным изменением сигнала DFL со временем

4. Измерение глубины проникновения индентора в композит проводилось в контактном режиме зондом CSG-01, который имел типичный радиус закругления 5 нм

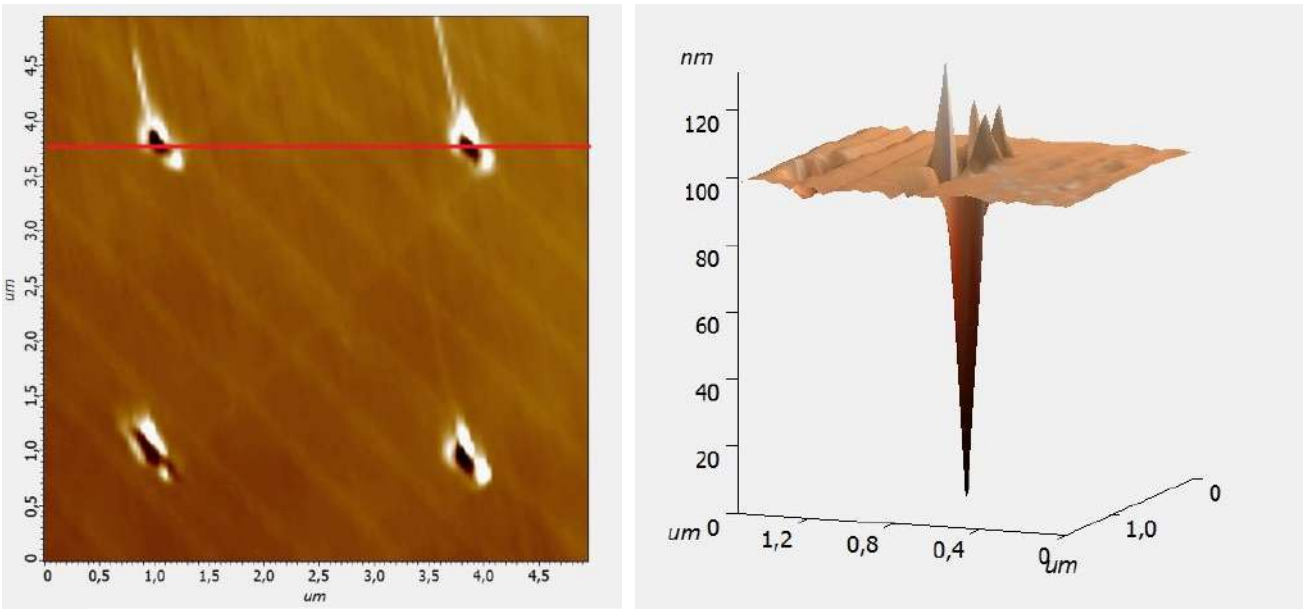
Сканирование полимера зондом DCP-11 в контактном режиме, приводило к появлению борозд ок от зонда по ходу сканирования, так называемые «трэки». С целью уменьшения разрушения поверхности полимера, подбиралось такое разрешение сканирования, которое бы не влияло на дальнейшее исследование твердости полученного композита, но и позволяло с легкостью ориентироваться по образцу. При выборе области сканирования 60 на 60 мкм, разрешение составляло 100 на 100 точек.



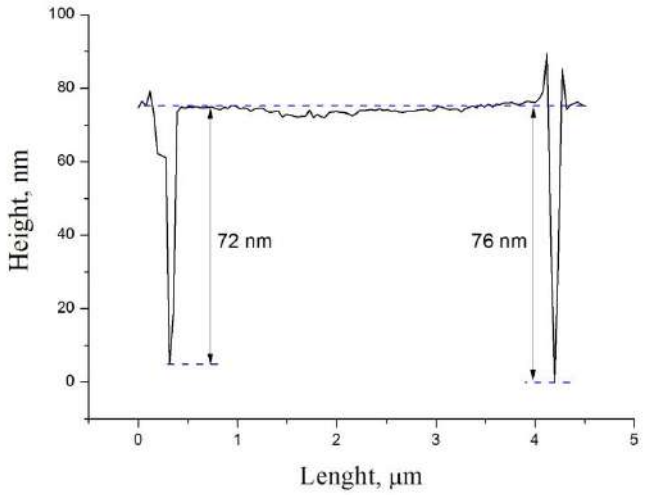
а) б)

Рис. 4. а) АСМ изображение композита графен-полимер
б) профиль поверхности композита графен – полимер

Красной пунктирной линией указана граница, ниже которой находится графен. Синяя пунктирная линия показывает профиль поверхности изображенной на рисунке б. Видно, что в области, где находится графен высота полимера в среднем на 1,3 нм выше. Из среза АСМ изображения можно сделать вывод, что на формирование полимера графен не оказывает негативного влияния. Зоны 1,2,3,4 обведенные черной пунктирной линией, соответствуют областям графен - полимер, облученный графен – полимер, малослойный графен – полимер, полимер соответственно.



а) б)



в)

Рис. 5. АСМ изображения а) зона индентрования б) 3D модель отпечатка от зонда в) Срез АСМ изображения

Для того чтобы исключить влияние соседних отпечатков на измерение твердости композита графен-полимер, расстояние между ними подбиралось в соотношении 1 к 32. То есть при радиусе закругления зонда 100 нм, расстояние между отпечатками составляло 3,2 мкм. На 3D изображении (рисунок 5б) и АСМ срезе (рисунок 5в) видны «треки», оставленные индентором на поверхности полимера. Глубина данных «треков» не соизмерима с глубиной самого отпечатка и не вносит каких-либо погрешностей в измерения. Также можно наблюдать образование «наплыва» по краям отпечатка, который не вносит ошибок в измерения, из-за специфики проведения испытания. Как видно из рисунка 5в глубина отпечатка определялась от минимальной точки сканирования зонда до усредненной линии рельефа поверхности полимера. Поэтому краевые эффекты отпечатков в определении глубины не играли роли.

На рисунке 6 показано изменение глубины отпечатков от типа композиционного материала. Откуда видно, что при изменении состава композита меняется глубина вдавливания индентора при одинаковой силе воздействия. Такой характер поведения изменения глубины вдавливания от материала, может зависеть от влияния графенового слоя на формирование полимерной матрицы. Как и малослойный, так и облученный графен наиболее сильно влияют на формирование полимерной структуры.

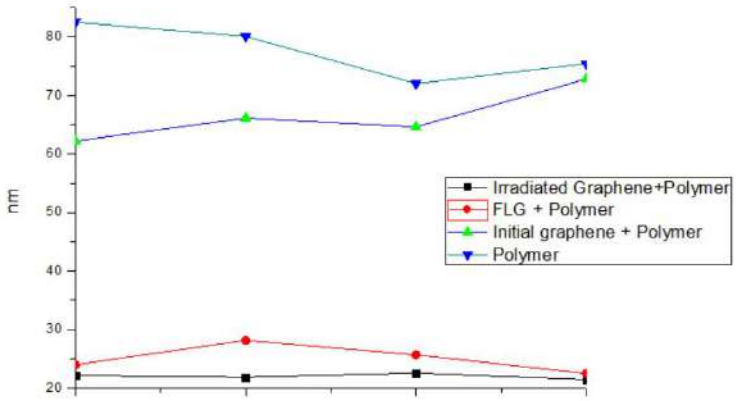


Рис. 6. Сравнение глубины отпечатков от АСМ индентора

Механизм влияния графеновых слоёв на формирование полимерной матрицы связан с распределением и взаимодействием поверхностного потенциала атомов углерода. Это приводит к изменению атомного строения полимера и как следствие его твердости. Радиационная модификация приводит к появлению различных дефектов структуры, такие как точечные дефекты (вакансии), топологические дефекты Стоуна-Уэльса, или отсутствие гексагональной ячейки в идеальной структуре графена (нанопора), что в свою очередь оказывает влияние на распределение поверхностного потенциала графена.

Заключение

Как показали результаты исследования, графеновые включения в матрицу полимера сильно изменяют механические свойства полученного композита. При одних и тех же условиях измерения твердости, в области, где находился графен, глубина отпечатка в 1,2 раз меньше чем у полимера. Используя радиационное модифицирование наноструктур, а именно низкоэнергетическое электронное облучение позволило увеличить твердость композита. Глубина отпечатка в данном случае составила 22 нм, что в 3,5 раза меньше по отношению к полимеру. Глубина проникновения индентора в зоне с малослойным графеном близка к значению глубины радиационно-модифицированного графена.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Novoselov K.S. et al. Two-dimensional atomic crystals // Proc. Nat. Acad. Sci. – 2005. -№102. – P. 10451-10453.

[2] Chao Zhang, LIU TianXi. A review on hybridization modification of grapheme and its polymer nanocomposites// Chinese Science Bulletin. – 2012. – Vol.57. – P.3010-3021

[3] Yan L., Zheng Y.B., Zhao F. et al. Chemistry and physics of a single atomic layer: strategies and challenges for functionalization of graphene and graphene-based materials// Chem Sov Rev. -2012. – Vol.41. - P. 97-114

[4] Ilyin A.M., Guseinov N.R, Nemkaeva R.R., Tsyganov I.A., Asanova S.B., Kudryashov V.V. Bridge-Like Radiation Defects in Few-Layer Graphene // Nuclear Instruments &Methods Phys.Res.B. –2013. – Vol. 315. – P. 192-196.

[5] Xuesong Li,1 Weiwei Cai,1 Jinho An, et all. Large-Area Synthesis of High-Quality and Uniform Graphene Films on Copper Foils// Science. – 2009. – Vol.324. – P.1312-1314

[6] Guseinov N.R., Baigarinova G.A. and Ilyin A.M. Structural damaging in few -layer grapheme due to the low energy electron irradiation // Advances in Nano Research. – USA. –2016.–Vol. 4. –P. 45-50.

[7] Malard L.M., Pimenta M.A., Dresselhaus G., Dresselhaus M.S. Raman spectroscopy in graphene// Physics Reports.- 2009.-Vol.473.-P.51-87

[8] Senthiil P V, Sirsshti A. Studies on Material and Mechanical Properties of Natural Fiber Reinforced Composites // The International Journal of Engineering and Science. -2014. – Vol.3. – P. 18-27

Кудряшов В.В., Гусейнов Н.Р., Байгаринова Г.А., Ильин А.М.

Графен-полимер композитінің механикалық қасиеттерін атомдық-күштік микроскопия арқылы зерттеу

Түйіндеме. Берілген жұмыста атомдық-күштік микроскопия көмегімен графен-полимер құрылымдық ұяшығының механикалық қасиеттерінің нәтижелері келтірілген. Сонымен қатар, алынған композиттің қаттылығының өзгеруіне сәулеленуідің әсері зерттелген болатын. Жарықтың комбинациялық шашырау спектроско-

пиясының қолданылуы графендегі құрылымдық өзгерістерді электрондық сәулелендіру арқылы қадағалау мүмкіндігі орын алды.

Негізгі сөздер: графен, (аз қабатты графен), атомдық-күштік микроскопия (АСМ), ПММА - полиметилметакрилат, радиациондық модификация, раман спектроскопия, CVD (chemical vapor deposition) газфазалық әдіс арқылы алудың химиялық процесі

Kudryashov V.V., Guseinov N.R., Baygarinova G.A., Ilyin A.M.

Study of mechanical properties of graphene-polymer composite using atomic-force microscope

Summary. The work reports the study results of mechanical properties of graphene-polymer structural unit using atomic-force microscope. In addition, study of electron irradiation effect on hardness of obtained composite is performed. Usage of Raman spectroscopy allowed to control structural modifications in graphene due to electron irradiation.

Key words: graphene, FLG (few-layered graphene), atomic-force microscopy (AFM), PMMA-polymethyl methacrylate, radiation modification, Raman spectroscopy, CVD (chemical vapor deposition)

ӘӨК 637.5

Ш.А. Абжанова, Р.Б. Мухтарханова, А. Жаңабай, Г. Қалдарова
(Алматы технологиялық университеті, Алматы Республика Казахстан)

ҚОЙ ЕТІНЕН ЕТ ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

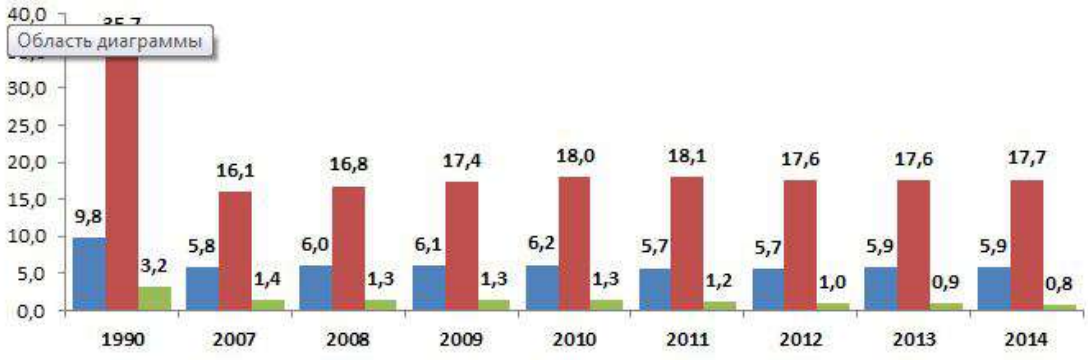
Түйіндеме: Мақалада қой етінен жасалған ет өнімдерінің технологиясын жетілдіру және сапасының өзгеру нәтижесі келтірілген.

Зерттеу мақсаты қой етінен жасалатын шұжық өнімінің технологиясын жетілдіру және сапасын анықтау. Қазіргі таңда қой етінен жасалатын өнімдер ассортиментін кеңейту.

Түйін сөздер: қой еті, тағамдық құндылығы, соя ақуызы, өскедең бидай, ақуыз-майлы эмульсия.

Кіріспе. Ет өндірісі Қазақстандағы ауыл шарушылығында үлкен орын алады. Қазақстанда және басқа мемлекеттерде қой еті мен ешкі етін тамақтануда қолдану алдыңғы орындарда. Бұл осы жердің табиғи және климаттық жүйеде жақсы жерлер болғандықтан және де жергілікті жердің қой және ешкі еттерін жақсы жеуге байланысты.

Республиканың толық әлуеті қазіргі таңда толық жүзеге асқан жоқ. 1990 жылдармен салыстырғанда мал басы саны және құс саны азайып кетті: ІҚМ 1,6 есе, Ұсақ мал 2 есе, шошқа малы 4 есе, құс саны 1,7 есеге азайды.



1- Ірі қара мал
2- Қой және ешкі
3- *Шошқа малы*

Диаграмма 1. Қазақстан Республикасында мал басы саны, млн. бас

2014 жылғы статистикалық көрсеткіштер бойынша ет өндірісі: ІҚМ-404,8 мың тонна, Ұсақ мал 161,7 мың тонна, шошқа 99,8 мың тонна, құс еті -134,2 мың тоннаны құрайды.

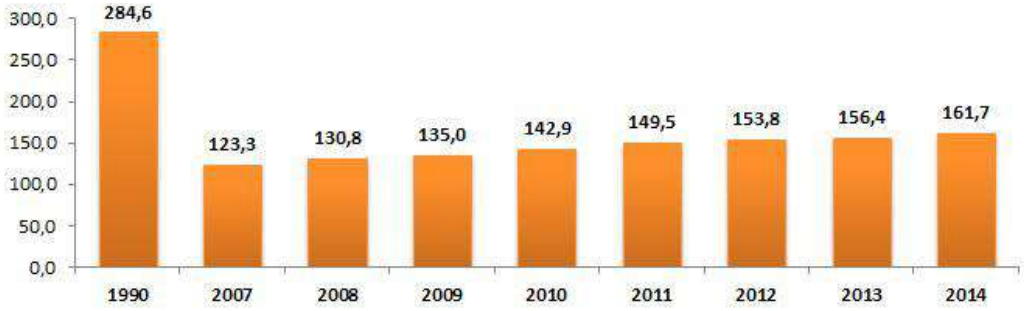


Диаграмма 4. *Қазақстан Республикасындағы Ұсақ мал еті өндірісі, мың тонна*

Әдеби шолуға сүйене отырып ауыл-шаруашылығы малдарының салыстырмалы түрде жылдан жылға өсіп отырғанын көреміз. Қой етінен қазіргі таңда көптеген өнімдер технологиясы жетілдіріліп өнімдер өндірілуде.

Қой етін өңдеу кезінде оның негізгі бөлігі ұша түрінде сатылуға жіберіледі. Оны қоғамдық тамақтану орындарында аспаздық өнімдер мен тағамдар дайындау үшін қолданады және басқа ет өнімдері жетіспеген жағдайда етті қайта өңдейтін кәсіпорындар консерві, шұжық аспаздық өнімдерді жасауда қолданады.

Қой еті еттің басқа түрлерінен ақуыздың көбірек мөлшерімен және майдың азырақ мөлшерімен ерекшеленеді, Бұл ретте май бұлшық ет талшықтары арасында бірқалыпты бөлінген, мұның өзі етке ерекше шырындылық пен нәзіктік береді.

Ақуыздың, алмастырылмайтын аминқышқылдарының, дәрумендердің және минералды заттардың мөлшері бойынша қой еті сиыр етінен кем түспейді, ал нәрлілігі бойынша одан асып та түседі.

Еттің барлық түрлерінің ішінен қой еті полиқанықпаған қышқылдардың (линоль, линолен) ұтымды арақатынасымен ерекшеленеді, мұның өзі адамның орталық жүйке жүйесіне оңды әсерін тигізеді.

Ет шикізатының ішінен қой еті шұжық өнімдерін өндіру үшін тиімді болып келеді. Осы зерттеулер нәтижесіне сүйене отырып қой етінен арнайы қоспа қосу арқылы шұжық өнімі жасалды. Келесі кестеде арнайы қоспамен байытылған шұжық өнімінің рецептурасы келтірілген.

1-кесте. **Жаңа өнімнің рецептурасы**

Шикізат, татымдықтар мен материалдар аталуы	Норма
Шикізат (100кг тұздалмаған шикізатқа)	Кг
Тарамдалған сұрыпты қой еті (жилованное)	80
Май	10
Өскелең бидай	7
Соя ақуызы	3
Материалдар мен татымдылықтар, (100кг тұздалмаған шикізатқа гр есебімен)	
Ас тұзы	2200
Ақ немесе қара ұнтақ бұрышы	130
Ылғалдың массалық үлесі, % артық емес	65
Тұздың массалық үлесі, % артық емес	2,5
Шикізат массасына шаққандағы өнім шығыны	96

Технологиялық процесс. Қабырғаны омыртқадан ажыратып алады да, жұп-жұбымен бөледі. Дайын ішекті алдын-ала екі тәулік бойы тұздыққа салып қояды.

Тұздықтың құрамы: ет өнімдерін тұздау үшін тағамдық ас тұзын және арнайы тұздық қолданады.

Ас тұзы келесі талаптарға сай болуы керек: Түсі ақ, жағымсыз иісі және механикалық қоспалары болмауы керек. Ас тұзы ет пигменттеріне әр түрлі әсер береді. Тұздалмаған етте тұз үшвалентті темірді құрайтын миоглобин мен гемоглобиннің қышқылдануын тездетеді.

Тұздыққа 0,075% нитрит ерітіндісін қолданады. Қоспалар мен дәмдеуіштер тағамға өзіндік дәм мен иіс береді. Тағамға қосылатын дәмдеуіштер: қара бұрыш, гвоздика, кардемон, кориандр, коррица, хош иісті бұрыш, мускат жаңғағы.

Тұздық ақуыз-май эмульсиясынан және су, тұз, натрий нитраты, сұйық түтіннен (жидкий дым) құралған қоспадан тұратын ерітінді түрінде дайындалды.

Етті массирлеу арқылы біз еттің шығымын жоғарылатып, кескенде байқалатын консистенциясының жұмсақтығын аламыз. Тағамның органолептикалық көрсеткішінің бағасын арнайы аспапта зерттеу нәтижесінен білеміз.

Тұздықта дайын болған қойдың құйрық майын, қой еттерін тураймыз. Туралған өнімге әртүрлі дәмдеуіштер қосып жақсылап араластырамыз да алдын-ала тазартылып дайындалған ішекке саламыз. Етке толтырылған ішекті шпагатпен байлап, алюминді фольгамен екі қабаттап ораймыз. Содан соң термиялық өңдеуге жібереміз.

Піскен тағамды 12-15^{0}С температурада (ауаның ылғалдылығы 75%) суытады. Ет өзінің салмағын 6-12% азайтады.

Термиялық өңдеуден кейін дайын өнімнің сыртқы түрі құрғақ болуы керек. Консистенциясы тығыз, кескендегі түрі -.бұлшықет ұлпасы қою қызыл түсті, сұр дақсыз, сары түсті май қабаттары байқалады. Дәмі мен иісі – өнімнің берілген түріне сай, ыстау иісі жақсы сезіледі, бөтен иіссіз және дәмсіз. Келесі кестеде дайын өнімнің химиялық көрсеткіші келтірілген.

9-кесте. **Өнімнің химиялық көрсеткіштері**

Зерттеуге арналған көрсеткіштердің аталуы	Дайын өнім көрсеткіші	Бақылау өнімі
Тағамдық құндылығы,%		
Ақуыз	22,1	19,5
Май	15,2	16,0
Ылғалдылығы	61,3	64,5
Күл	1,1	1,2
Энергетикалық құндылығы, ккал	254	232

Зерттеулер нәтижесінен көріп отырғандай, дайын өнім тағамдық құндылығы бойынша бақылау өніммен салыстырмалы түрде қарағанда жоғары екенін көреміз. Сонымен қатар дайын өнімге органолептикалық зерттеулер жүргізілді. Жаңа өнім жасау мақсатымыз өнім сапасын жақсарту, екіншіден ассортиментін кеңейту.

10-кесте. Дайын өнімнің органолептикалық көрсеткіштері

Өнім	Консистенция	Дәмі мен иісі	Түсі	Балл
«Көктем» шұжығы	тығыз	жағымды, дәмді хош иісі бар, бөгде дәмі мен иісі жоқ.	қоңыр-қызыл	5.0

Органолептикалық көрсеткіштері бойынша тұздықта ұсталған қой етінен жасалған өнім жоғары көрсеткіштерге ие болды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Казахстан в цифрах.Статистический сборник. Алматы,, 2003, -397с.

[2] Узаков Я.М., Рскелдиев Б.А., Байболова Л.К. Пищевая ценность мяса баранины. Обзорная информация. – Алматы, 2004. - 44 с.

[3] Узаков Я.М., Рскелдиев Б.А., Байболова Л.К. Биологические основы создания мясных продуктов повышенной питательной ценности. – Алматы, 2004. – 84 с.

Абжанова Ш.А., Мухтарханова Р.Б., Жаңабай А., Қалдарова Г.

Разработка мясных продуктов из мяса баранины

Резюме. В статье приведены данные по разработке мясных продуктов из баранины.

Целью работы является разработка колбасных изделий из баранины и исследование физико-химических показателей. А также увеличение ассортимента из мяса баранины.

Ключевые слова: мясо баранины, пищевая ценность, соевый изолят, прошенный зерно, белково-жировая эмульсия.

Abzhanova Sh., Mukhtarhanova R., Zhangabay A., Kaldarova G.

Development of meat products of meat lamb

Summary. The article presents data on the development of meat products from lamb.

The aim is to develop a sausage of lamb and research of physical and chemical parameters . As well as increasing the range of lamb meat .

Key words. Lamb meat, nutritional value, soy isolate, prorshenny grain, protein and fat emulsion.

УДК 004.912

А.Н. Джумагалиева
(Қазақ Мемлекеттік Қыздар Педагогикалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, nurlanovna1993@mail.ru)

ЭЛЕКТРОНДЫ БІЛІМ БЕРУДІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІ

Түйіндеме. Мақалада LMS (білім беруді басқару жүйесі) және LCMS (білім беру контентін басқару жүйесі) мүмкіндіктері қарастырылып, сонымен қатар олардың артықшылықтарына және кемшіліктеріне талдау жасалынды. Электронды білім беруді ендіру – бұл тек инновациялық білім беру технологиялары ғана емес, сонымен қатар әр түрлі білім алушылардың дәржелерінен, олардың мекен жайларынан, денсаулық күйлерінен, бейімделуінен тәуелсіз әлеуметтендіру үшін жағдайлардың жасалуы екені көрсетілген.

Негізгі сөздер. Білім беруді басқару жүйесі, электронды оқыту, білім беру контентін басқару жүйесі, білім беру объектілері, бағдарламалық қамтама.

Білім беруді басқару жүйесі (Learning Management Systems – LMS) – электронды оқыту, кез келген оқыту үрдісі сияқты, мазмұнды бөліктен басқа, міндетті түрде ұйымдастырушы компоненттен де тұрады. Курстарды жүргізу үрдісін басқару элементтері дамыған электронды кітапханаларда бар, дегенмен үлкен жүйесін жүзеге асыру үшін бұл функционалдылық жеткіліксіз болып табылады. Қажетті адамдарға керекті уақытта оқыту контентін ұсыну, оқыту ресурстарын қолдануын бақылау, жеке қатысушыларды және топтарды басқару, оқытушымен қарым – қатынас жасауды ұйымдастыру, есеп өткізу және тағы басқалар сияқты тапсырмаларды автоматтандыру қажеттілігі туындайды. Бұл функциялар, е – learning – ті құруға арналған платформаны ұсынатын оқытуды басқару жүйесін LMS–ті жүзеге асырады, сонымен қатар кейбір жағдайларда дәстүрлі оқыту жүйесін басқару үшін де қолданылуы мүмкін.

LMS жүйесі, іс жүзінде, әрбір студентке материалды тиімді түрде зерттеу үшін арнайы мүмкіндіктерді, ал оқыту үрдісінің менеджеріне – оқыту бағдарламаларын жасауға, олардың өткізілуін бақылауға, оқытудың нәтижелері туралы есептерді құрастыруға, оқытушылар мен білім алушылардың арасындағы қарым қатынасты орнатуды ұйымдастыруға қажетті құралдарды ұсынуы тиіс. Білім алушы, барлық оқыту контентін жеткізудің, алдын ала және аралық тестілеудің негізінде оқыту тректерін таңдаудың, арнайы сілтемелердің көмегімен қосымша материалдарды қолданудың, бастапқы жіберілетін нүктесі болып табылатын, оқыту порталына қол жеткізу үшін LMS жүйесінен мүмкіндіктер алады.

LMS жүйеснің административті функциялары бірнеше негізгі салаларды қамтиды. Білім алушыларды басқару жүйесі, тіркелу және қолданушылардың жүйеге және оқыту контентіне қол жеткізу, топтағы тыңдаушыларды, оларға жалпы курстарды және құрастырылған есептерді ұсыну үшін ұйымдастыру, аудиториялық және оқытушы ресустарын басқару сияқты тапсырмалардан тұрады. LMS, сонымен қатар, оқыту үрдісінің қосымша элементтерін (практикалық тапсырмаларын, зертханалық жұмыстарды, тесттерді, бірлескен жұмыс құралдарын, сыртқы материалдарға сілтемелерді және тағы басқаларды) интеграциялауға жауап береді.

Бұдан басқа, LMS жүйесі оқыту контентін қолдануға және үлестіруге жауап береді. Мұндай тапсырмалардың қатарына — курстар каталогтарын оңтайлы іздестіру жолдарын ұйымдастыру, міндетті түрде және «қалауы бойынша» оқитын курстардың топтарын бөліп алу, дербес оқыту тректерін (мысалы, тыңдаушылардың берілген функционалды рөлдеріне негізделген) құрастыру, оқыту контентін мақсатты ұсынудың басқа да механизмдері, оқытушымен қарым қатынас жасаудың синхронды және асинхронды режимдерін қолдау жатады. Әсіресе, электронды оқытуға бөлінген қаржылардың тиімділігі туралы қортынылдылар жасауға мүмкіндік беретін, бүкіл оқыту үрдісінің есебі, LMS жүйесінің маңызды элементі болып табылады. Нақты бір тақырыптарды зерттеу барысында тыңдаушының (немесе топ – үлгісі «ұжымдық оқушы (білім алушы)») қалай дамығаны, бастапқы оқытудың мақсаттарында белгіленген оқытудың нәтижесі мен кәсіби квалификацияның деңгейін арттырудың сәйкес келуі, алынған білімдер тәжірибе жүзінде қаншалықты қолданылып және оның нәтижелілігіне әсер еткендігі туралы есептерді құру және бақылау сияқты механизмдер LMS жүйесінде болуы қажет.

Білім беру контентін басқару жүйесі (Learning Content Management Systems – LCMS). LMS жүйесіне қарағанда, мұндай жүйелер оқыту үрдісіне емес,оқыту бағдарламаларының құрылымын басқару тапсырмаларына назар аударады және менеджерлер мен студенттерге емес, контентті құрастырушыға, курстарды үйлестіру тәсілінің мамандарына және оқыту жобаларының жетекшілеріне бағытталған. LCMS жүйесінің негізінде, оқыту құрылымын , өзінің мақсатты аудиториясы және нақты қолдану контексті бар, бірнеше рет қолданылған объектілердің жиынтығы ретінде ұсыну концепциясы жатыр. Сарапшылардың пайымдауынша, осындай ұқсас атауларға ие екі классты ажырату өте қиын: LCMS жүйесінің көптеген құрастырушылары, оларға жалпы білім беруді басқару функционалдылығын қосады, ал енді жетекші LMS шешімдері білім беру контентінің басқару мүмкіндіктерін де жүзеге асырады.

LCMS мүмкіндіктерінің көптеген түрлерінің барына қарамастан, ол келесі кілттік компоненттерден тұрады:

Білім беру объектілерінің репозиториі. Білім беру объектілерінің репозиториі – бұл білім беру контентін сақтайтын және басқаратын, орталықтандырылған деректер қоры. Бұл нүктеден жеке білім беру объектілері қолданушыларға жеке элементтер немесе ауқымды оқыту модулінің бір бөлігі, ал ол өз кезегінде білім берудің жеке талаптарымен анықталатын, толық курстың бөлігі ретінде қолжетімді болуы мүмкін. Ақырғы өнім Web, CD-ROM немесе қағаз түрінде қолжетімді болуы мүмкін. Әрбір объект, талаптарға байланысты әр түрлі мақсаттарда бірнеше рет қолданыла алады. Контенттің интеграциялылығы жеткізу әдісінен тәуелсіз қамтамасыз етіледі. Жеке элементер үшін бұл XML бағдарламалық кодының логикасымен қамтамасыз етіледі.

Автоматизацияланған ауторингтің бағдарламалық қамтамасы. Бұл бағдарламалық қамтама кейін репозиторийда қолжетімді болатын, бірнеше рет қолданылған білім беру объектілерін жасау үшін қолданылады. Қосымша, білім беру контентінің дизайнының негізгі қағидаларынан тұратын,шаблондар мен архивті үлгілерді авторларға ұсына отырып, өңдеуді жүзеге асырады. Осы шаблондарды, репозиторийдағы объектілерді қолдана отырып, жаңа объектілер жасап немесе жаңа және ескі объектілерді біріктіре отырып, авторлар курстарды құрастыруы мүмкін. Тақырып бойынша сарапшылар, оқыту курстарының дизайнерлері, медиа өнімдерді құрастырушылар және тағы да басқалары авторлар бола алады. Бұл құрал білім беру контентінің кітапхана ұйымдарында, аудиовизуалды материалдарда, арнайы интерфейсте және оқыту әдістемелерінде жүзеге асырылатын жылдам айырбастау кезінде қолданылуы мүмкін. Автор ұйымда жұмыс жасай алады немесе аутсорсингті құрсатыруды жүзеге асырады.

Көрсету интерфейсі (контентті іске қосу). Білім беру бағытына сәйкес келетін білім беру объектілерін ұсыну үшін, қолданушылардың сұраныстарына сәйкес келетін алдын ала тестілеуді жүргізу үшін, материалдарды көрсететін интерфейс қажет. Бұл компонент, сонымен қатар,нәтижелердің трекингін, сәйкес ақпарат көздерінің сілтемелерін және бағалаудың әр түрлі нұсқаларын және қолданушылардың кері байланысын қамтамасыз етеді. Бұл интерфейс LCMS жүйесін қолданатын, нақты бір ұйым үшін орнатылуы мүмкін. Мысалға, контент, ұйымның эмблемасынан және ағымдағы корпоративті стильде қабылданған пішімдеу элементтерінен тұратын веб –парақшаларда ұсынылуы мүмкін. Бұдан басқа, басқару және пішімдеу элементтері талап етілген аймаққа жергіліктендірілуі мүмкін.

Администрациялау құралдары. Бұл қосымша білім алушылардың есепжазбасын басқару, каталогтан курстарды іске қосу, нәтижелерді қадағалау, білім беру үрдісі туралы есептерді құрастыру және тағы да басқа қарапайым административті функцияларды жүзеге асыру үшін қолданылады. Бұл

ақпарат, өте дамыған административті функционалдылықты жүзеге асыруға арналған, LMS жүйесіне жіберілуі мүмкін.

LCMS жүйесін қолданудың астарлы жақтары, ол тиімді білім беру объектілерінің дизайны туралы қабілеттерді алуға және жоспарлауға үлкен мүмкіндік береді, себебі қолданысқа шаблондарды және үлгілерді ұсынады. Дизайнерлер қалыпты ойланбауы тиіс және объект қажет болатын немесе қолданылатын контенттің әр түрлі нұсқаларын жақсы түсінуі қажет. Мысалы, егер білім беру контенті шектен шықса немесе ешқандай көмегі тимесе, онда оның пайдасынан гөрі, зияны көп болады. Кейбір курстар нақты бір тәртіпте орналасқан нақты бөлімдер жинағынан тұруы және жеке бөліктерге бөлінбеуі мүмкін.

Бұл класстың жүйелері қазіргі уақытта үлкен сұраныстарға ие және тек eLearning ке қажетті инфрақұрылым ретінде ғана емес, сонымен қатар жалпы ақпараттық технологиялардың инфрақұрылымының бөлігі ретінде қарастырылады. Оған дәлел ретінде, жалпы басқару жүйесінің құрастырушылары, солардың ішінде SAP компаниясы (SAP Learning Solution), Oracle (iLearning), PeopleSoft (Enterprise Learning Management) білім беруді басқаруға қатысты шешімдеріне қызығушылық тударғанынан байқауға болады.

LMS жүйесінің мүмкіндіктері

Аралас білім беруді қолдау. LMS жүйесі дәстүрлі (аудиториялық) оқыту мен желілік оқыту курстарына негізделген виртуалды оқытуды қарапайым түрде біріктіру мүмкіндіктерін ұсынуы қажет. Бұл біріктірілген мүмкіндіктер, қарапайым, сонымен қатар дербестендірілген оқытуды белсенді іске қосады.

HR – мен интеграциялау. HR жүйесімен сәйкестендірілмеген LMS жүйесінің деңгейі төмендейді: егер, кадрлық қызметті атқаратын администратор немесе тұлға, жүйелерді интеграциялау кезінде HR жүйесіне ақпарат енгізгенде, және қызметкер, компанияда өзінің арнайы кәсіби дамуына арналған тренингтерге автоматты түрде жазылған жағдайда. Жоғары оқу орындарына арналған, LMS жүйесі, қашықтан оқытуға әр түрлі дәрежедегі білім алушыларды, соның ішінде студенттерді, оқытушы профессорлардың құрамын (квалификацияны қашықтан жоғарылату), және аспиранттарды және тағы басқаларды қосу үрдісін жеңілдету үшін, ол жоғары оқу орнының біріккен ақпараттық жүйесімен сәйкестендірілуі қажет.

Басқару құралдары. LMS жүйесі администраторларға қолданушыларды тіркеуді басқару және олардың профильдерін, рөлдерін, сертификацияланған диаграммаларын анықтау, тьюторларды, курс авторларын тағайындау, контентті және ішкі қаржыларды, яғни қолданушылардың төлемдерін, шығындарды басқару мүмкіндіктерін беруі қажет. Администраторлардың оқытудың деректер қорына толықтай қолжетімділігі, жеке және топтық көрсеткіштері бойынша стандартты және кастмизациялық есепті құру мүмкіндігі болуы қажет. Есептер компанияның бүкіл қызметкерлерін қамти алатындай ауқымды болуы тиіс. Жүйе білім алушыларға, құрастырушыларға және оқыту класстарына арналған сабақ кестелерін құрастыру мүмкіндігіне ие болуы керек. Барлық функциялар, мүмкіндік бойынша, автоматтандарылған орталықтан басқару интерфесінің мүмкіндіктерімен қамтамасыз етілуі тиіс.

Контентті интеграциялау. LMS жүйесі үшін шеткі құрастырушылардан курстардың ауқымды көлемін белсенді қолдауды қамтамасыз ету өте маңызды болып табылады. Кейбір LMS жүйелері тек өздері құрастырған құралдармен сәйкес келуі мүмкін, ал басқалары оқыту контентінің стандарттарымен шектеулі түрде сәйкес келеді. LMS жүйесінің жеткізушісі үш фирмалы өнімдердің контентін сертификациялауы тиісі, және курстарға қол жеткізу, қимылдайтын мәзірді қолдану сияқты қарапайым болуы керек.

Стандарттарды ұстану. LMS жүйесі SCORM және AICC сияқты стандарттарды қолдауы тиіс. Стандарттарды қолдау дегеніміз, LMS жүйесі қолданылған құрастыру құралдарынан тәуелсіз, стандарттармен сәйкестендіріліп, толықтырылған контентті және курстарды басқаруы және импорттауы қажеттілігін білдіреді. Егер жеткізуші контентті сертификацияламаса, онда оның сертификатын алуға кететін қосымша шығындар пайда болады.

Тестілеу мүмкіндіктері. Бағлау және тестілеу модульдерінің, сонымен бірге сервистік амалдың міндетті түрде болуы, а) әрбір курстың (желілік сабақтың) бөлімі ретінде тестті (бағалау модулін) қосу мүмкіндігі ұсынылады, б) өз бетімен тестілеу модулінің болуы, мысалы, жеке немесе толық курсты оқу кезіндегі нәтижелері бойынша.

Білімдерді басқару. Білімдерді басқару модулі ұйымдарға, нақты бір салаға қатысты жұмыс ұжымының құзыреттілігіне негізделіп, күш салу қосымшасын идентификациялау және оқытудағы

маңыздылығын анықтауға мүмкіндік береді. Білімдерді бағалау әр түрлі негіз көздерінен, соның ішінде сұхбасттасудан және 360 градус әдісінен алынуы мүмкін. Білімдердің деңгейін анықтау үшін нәтижелерді салыстыруды немесе орталауды, теңестіруді менеджерлер анықтайды. Бизнес те білімдердің ерекше талаптарына сәйкес келетін, қызметкерлерді іздеу үшін осы функционалды қолдана алады (шет ел деректері бойынша).

LMS жүйесі e-Learning желілік ортасына қажетті қорғаныс мехнизмдерін қамтамасыз етеді, сонымен қатар ауқымды оқыту жобалары кезінде, кәсіпорынның ресурстарын жоспарлау жүйесі және қызметкерлерді басқарумен интеграциялауды қолдайды.

LMS жүйесі оқыту үрдісін басқару шешімі болғандықтан, ол кем дегенде әр түрлі көздерден келетін электронды курстарды қолдануды қолдайды; өте дамыған жүйелер өздерінің жеке оқыту контенттерін құрастыру үшін арнайы модульдерді ұсынады.

LMS-платформалары әр түрлі дайын курстарды жүзеге асыруы үшін, интерперабельді стандарттар құрастырылды. Осылайша, Airline Industry CBT Committee компьютерлік тренингтер мен басқару жүйесінің өзара қарым қатынасын сипаттайды және Web-курстар үшін сәйкес интероперабельді стандарттардың дамуына негіз болады. Білім беру платформаларына арналған ISM стандарты, сонымен қатар АҚШ қорғаныс Министрлігінің бағдарламалары шегінде құрастырылған, білім берудің Web- контентін құрастыруға арналған техникалық ерекшіліктер жиынтығының стандарты — Sharable Content Object Reference Model (SCORM) да кеңінен танымал болып табылады.

LMS жүйесінің батыс нарығындағы дәстүрлі көшбасшыларына Saba Software, Docent, WBT Systems, Click2Learn, IBM компанияларының және Redclass қашықтан тренинг жүргізу жүйесінің (Redlab компаниясының және Redcenter білім беру орталығының бірігіп жасаған өнімі), НИЦ АСКБ мен құрастырылған «Прометей», e-Learning компаниясының «ГиперМетод», Naumen компаниясынан шыққан, ашық кодта таралатын NauLearning жүйесінің шешімдері жатады.

LCMS және LMS жүйелерінің айырмашылықтары. Learning Management Systems (LMS) және Learning Content Management Systems (LCMS) әр түрлі мақсаттарға ие. LMS жүйесінің басты мақсаты – білім берудің административті аспектілерін автоматтандыру, ал LCMS жүйесі «білім беруші объектілер» контентін басқаруға назар аударған.

LMS және LCMS, екі жүйе де курстарды құрылымын басқарады және білім беру нәтижелерін қадағалайды. Екі құрал да, білім беру объектілерінің деңгейіне дейін, контентті басқарып және қадағалай алады. Бірақ LMS жүйесі, сонымен қатар, онлайндық контенттен, оқу класстарында жүргізілетін іс шаралардан, виртуалды оқу класстарындағы кездесулерден және тағы басқалардан құралған аралас білім беру үрдісін басқарып және қадағалай алады. LCMS жүйесі бұған керісінше жүреді, ол аралас білім беруді басқара алмайды, дегенмен білім беру контентінің төменгі деңгейінен бастап контентті басқара алады, бұл өз кезегінде ұйымдарға қайта құруларды және онлайн контентті қайта бағыттауды қарапайым түрде жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Оған қосымша, дамыған LCMS жүйелері қолданушылардың профильдеріне немесе білім беру стильдеріне сәйкес білім беру объектілерін динамикалық түрде құрастыра алады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] А.Л. Бочков, В.П. Большаков, А.В. Чагина. Информационная среда для обучения пользователей САПР геометрическому моделированию. // Известия СПбГЭТУ (ЛЭТИ), ежемесячный научный журнал. – 2013 – №4. – С. 99-106.

[2] А.Л. Бочков, А.В. Меженин, В.Т. Тозик. Повышение эффективности дистанционного обучения на основе современных мультимедийных технологий // X Международная конференция-выставка ИТО- 2000. Сборник трудов. – М.: МИФИ, 2000. – ч.III, – С. 39-40.

[3] Л.А. Голдобина. Проектирование информационно-коммуникационных технологий при подготовке инженерных кадров // Перспективы развития информационных технологий. Материалы XVII Международной научно-практической конференции. – Новосибирск.: Издательство ЦРНС, 2014. – С. 119-124.

[4] Л.А. Голдобина, А.Л. Бочков. Методические разработки для дистанционного обучения // Современное образование: содержание, технологии, качество. Материалы 18-й Международной научно-методической конференции. Т.1. – СПб.: ЛЭТИ, 2012. – С. 100-101.

[5] В.А. Красильникова. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: учебное пособие / В.А. Красильникова. – М.: ООО «Дом педагогики», 2006. – 231 с.

[6] Т.В. Кузьмина, Е.В. Тихомирова, Л.Ю. Гольдфарб, Н.Ю. Дворников. Студент в среде E-Learning: учебное пособие [Электронный ресурс]. – М.: МЭСИ, 2008. – Режим доступа: http://www.bytic.ru/mesi /Zadanie/Book/elearning_1.pdf

[7] Ч.Д. Куулар. Недостатки систем электронного обучения на примере LMS MOODLE. //Ученые записки института социальных и гуманитарных знаний: Материалы V Международной научно-практической конференции «Электронная Казань – 2013», Казань: ЮНИВЕРСУМ, 2013. – Ч I. – С.339-342.

[8] С.Л. Тимкин. Вводный курс в информационно-образовательную среду открытого образования (ИОС ОО): учеб. пособие / С.Л. Тимкин; Ом. гос. ун-т им. Ф.М. Достоевского. – Омск, 2005.

Джумагалиева А.Н.

Системы управления электронным обучением и их возможности

Резюме. В статье рассмотрены возможности использования LMS (система управления обучением) и LCMS (система управления учебным контентом), а также проанализированы достоинства и недостатки этих систем. Показано, что внедрение электронного обучения – это не только инновационные образовательные технологии, но и создание условий для социализации различных категорий обучающихся, независимо от места их нахождения, состояния здоровья, мобильности.

Ключевые слова. Система управления обучением, электронное обучение, система управления учебного контента, образовательные объекты, программное обеспечение.

Dzhumagalyeva A.N.

e-Learning Management Systems and their ability

Summary. The article looks into options whether LMS (Learning Management System) and LCMS (Learning Content Management System) can be used, as well as merits and deficiencies are analyzed. E-learning introduction proves to be not only innovation technology but also creates conditions for socializing of various categories of students, regardless of their location, health condition and mobility.

Key words. Learning Management System, e-Learning, Learning Content Management System, education facilities, software.

УДК 631.812

О Болатбекулы, М.Ж Айтуреев, У.Б.Назарбек
(Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, unazarbek@mail.ru)

РАЗРАБОТКА СОСТАВА И СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ СО СТАБИЛИЗИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ

Аннотация. Приведены методика и результаты экспериментальных исследований по получению жидкого комплексного удобрения из техногенных отходов со стабилизирующей добавкой, химическим составом использованного сырья и готовых продуктов.

Ключевые слова: химическая промышленность, коттрельная пыль, утилизация, техногенный отход, ЖКУ.

Введение

Жидкие удобрения представляют собой водные растворы или суспензии минеральных и некоторых органических питательных компонентов. Наиболее распространены минеральные азот- фосфорсодержащие и комплексные жидкие удобрения (ЖКУ). В эту группу продуктов входят растворы солей, содержащие два или три основных питательных элемента (N, P, K), а также макроэлементы (Ca, Mg, S) и микроэлементы (Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Co). Азотно-фосфорные ЖКУ представляют собой растворы фосфатов аммония, получаемые высокотемпературной обработкой аммиаком ортофосфорной кислоты H_3PO_4 или полифосфорных кислот [1].

Методика выполнения работы

В отличие от традиционных способов [2], для производства ЖКУ используется смесь коттрельной пыли, вермикулита и гуминовой кислоты при различных их соотношениях. Вермикулит Кулантауского месторождения, имеющий следующий состав: SiO_2- 37,44, CaO-2,10, MgO-23,88, K_2O +Na_2O-1,18, Fe_2O_3 - 6,01, Al_2O_3 - 11,23, H_2O - 17,18, используется в качестве стабилизируещей добавки. Предварительно синтезированная гуминовая кислота с pH = 0,760, как и в предыдущих работах [3], применяется в качестве заменителя серной, азотной или фосфорной кислот.

Установлено [4], что вещественный состав коттрельной пыли соответствует следующему содержанию, %: P_2O_5 общ. - 25, K_2O - 5, Na_2O- 1, SiO_2 - 25, CaO - 10, MgO - 1, Al_2O_3 - 3, Fe_2O_3 - 1, C - 24.

Смесь тонко измельченной коттрельной пыли, активированной воды, вермикулита, раствора разбавления ,состоящей из сульфата калия и 30% сульфата аммония, разлагается гуминовой кислотой при температуре 60^0C и 90 мин. Добавление растворов сульфата калия и сульфата аммония способствует увеличению калия и азота соответстенно в составе ЖКУ.

Химизм процесса можно представить следующим образом:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 6ГК + 2(NH_4)_2SO_4 + K_2SO_4 + H_2O = 2CaSO_4 + NH_4(Гум) + H_3PO_4 + 2Ca(Гум)_2 + Ca(H_2PO_4)_2 + HF + 2КГум$$

Принципиальная технологическая схема синтезирования ЖКУ представлена на рис. 1.

Смесь после разложения подвергается фильтрации. Установлено, что полученная жидкая фаза имеет плотность 1,2 и pH = 2,7.

Полученный раствор анализируется на содержание усвояемого и водорастворимого P_2O_5, аммиака и азота.

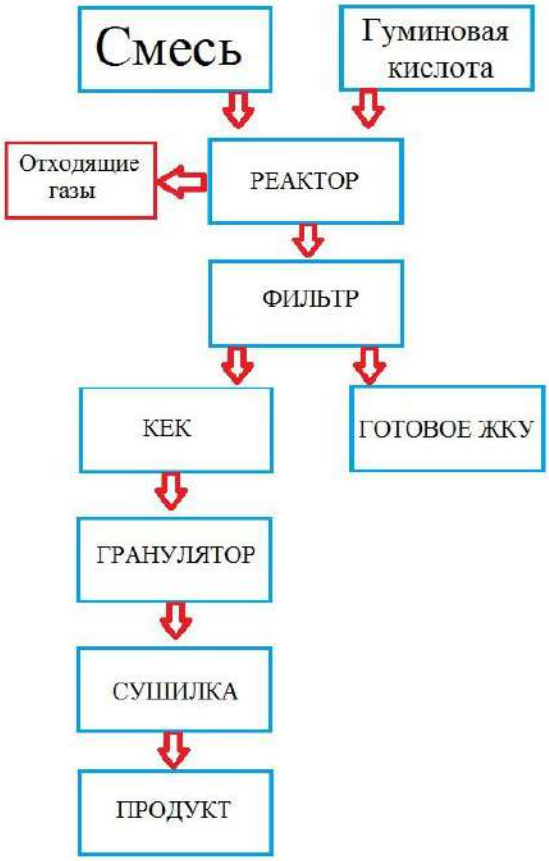


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема получения ЖКУ со стабилизирующей добавкой

Результаты и обсуждение

Лабораторная работа прошла апробацию в лаборатории кафедры «Химическая технология неорганических веществ» ЮКГУ имени М.Ауэзова, а физико-химические анализы были проведены в Испытательной региональной лаборатории инженерного профиля (ИРЛИП) на базе ЮКГУ имени М.Ауэзова.

Полученный продукт имеет следующий вещественный состав:

Таблица 1. **Физико – химические показатели полученного в лабораторных условиях ЖКУ**

№	Массовая доля,%	Показатели
1	общих фосфатов	11,3
2	усвояемых фосфатов	11,0
3	общего азота (N)	0,75

Изучены физико-химические особенности полученного на основе коттрельной пыли ЖКУ. С использованием растрового электронного микроскопа выполнен поэлементный и минералогический анализ его состава. Результаты микроскопических исследований дали возможность получить изображение поверхности исследуемых образцов и спектров отдельных точек, с представлением поэлементного и процентного состава, а также дифракционных максимумов отдельных элементов с высоким пространственным разрешением и требуемой глубиной поля зрений.

Микроскопический снимок и результаты элементного анализа ЖКУ представлены на рисунке 2 и в таблице 2.

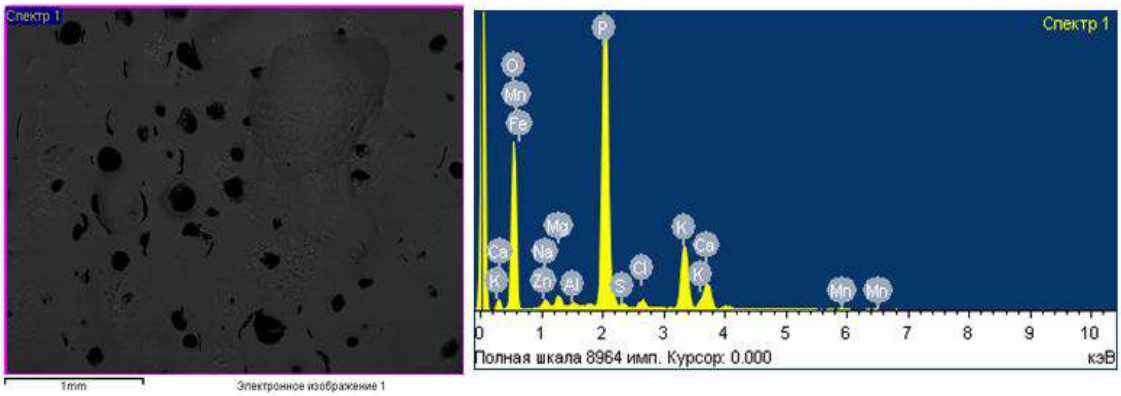


Рис. 2. Микроскопический снимок жидкого комплексного удобрения

Таблица 2. **Поэлементный состав ЖКУ, прокаленного при 500^{0}С.**

Элемент	Весовой, %	По оксидам, %
O	54,07	-
Na	1,38	1,860
Mg	1,30	2,15
Al	0,31	0,58
P	27,52	63,04
S	0,48	1,2
Cl	0,98	-
K	9,16	11,95
Ca	3,99	5,58
Mn	0,22	0,28
Zn	0,49	0,60
Fe	0,10	0,12

Сухой остаток после фильтрации тоже является полезным продуктом, качество которого соответствует двойному суперфосфату низкого сорта (рис. 3, таблица 3). Осадок гранулируют и сушат при температуре 100-110^{0}С в течение 3-5 ч. Полученный сухой остаток имеет следующие вещественные показатели: P_2O_5 общ. – 20; P_2O_5 усв. – 15; P_2O_5 вод. – 8,75.

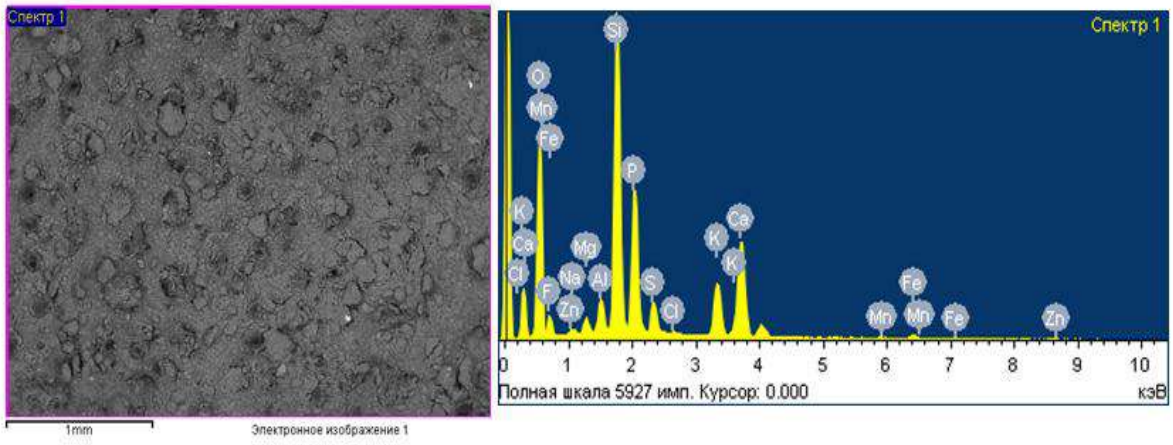


Рис. 3. Микроскопический снимок сухого остатка после фильтрации

Таблица 3. **Поэлементный состав сухого остатка**

Элемент	Весовой, %	По оксидам, %
O	43,95	-
Na	1,48	1,99
Mg	1,98	3,28
AI	2,77	5,23
Si	19,49	41,68
P	10,96	25,19
S	2,28	5,7
Cl	0,52	-
K	4,85	6,32
Ca	9,11	12,74
Mn	0,24	0,309
Zn	0,86	1,06
Fe	0,53	0,67

Таким образом, на основе смеси фосфорного шлама и вермикулита в температурных условиях 60 градусов и при оптимальной продолжительности процесса 90 мин возможно получить ЖКУ с содержанием усвояемого фосфорного ангидрида - 11%, азота – 0,75%, цинка – 0,60%; сухой остаток, полученный после стадии фильтрации, имеет в составе: фосфора – 10,96% (в пересчете на P_2O_5 – 25%, в том числе $P_2O_{5усв}$ – 15%, $P_2O_{5\ в\backslash р}$ – 8,75%), что соответствует составу двойного суперфосфата; исходный вермикулит, используемый в процессе разложения фосфатного вторичного сырья, представляет собой высокоэффективную стабилизирующую добавку, которая используются для улучшения структуры почв, его даже называют «агрономической» горной породой. Остаточная в составе ЖКУ и двойного суперфосфата гуминовая кислота будет выполнять роль органо-минеральной добавки, способствующей улучшению структуры почвы, а также проявит качества защитной композиции растений от вредителей и болезней.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Соловьева Н.Ф. Жидкие удобрения и современные методы их применения. Научное издание. – М.: ФГНУ «Росинформагротех».-76с.

[2] Кочетков В.Н., Андреев М.В., Янкин В.М. и др. / Производство жидких комплексных удобрений марки 10-34-0 // Химическая промышленность — 1980. № 2. — С. 37—38.

[3] Райымбеков Е.Б., Назарбек У.Б., Адилова Г.О., Бестереков У., Петропавловский И.А. Аммофос сапалы кешенді органоминералды тыңайтқышын алу. Вестник КазНИТУ, №6 (118)-2016.

[4] Назарбек У.Б,, Бестереков У., Кыдыралиева А.Д., Назарбекова С.П., Ордабаева С.К., Турсубекова Б.И. Новые возможности переработки фосфорного шлама и коттрельной пыли на целевые продукты удобрительного назначения. Труды второй международной научной конференции молодых ученых и студентов «Перспективы развития биологии, медицины и фармации». Шымкент, 2014г.

Болатбекұлы О., Айтөреев М.Ж., Назарбек У.Б.
Тұрақтандырушы қоспалары бар сұйық кешенді тыңайтқышын алу әдісі мен құрамын жасау
Түйіндеме. Мақалада тұрақтандырушы қоспалары бар сұйық кешенді тыңайтқышты алу бойынша жүргізілген тәжірибелік зерттеулердің нәтижелері мен әдістемесі, сонымен қатар, қолданылған шикізаттар мен дайын өнімдердің зерттелген химиялық құрамдары келтірілген.
Кілттік сөздер: химиялық өнеркәсіп, коттрельді шаң, залалсыздандыру, техногендік қалдық, СКТ.

Bolatbekuly O., Aitoreyev M.Zh., Nazarbek U.B.
Development of composition and method for producing liquid complex fertilizer with stabilizing additives
Summary. The article presents the method and results of experimental research on the production of liquid complex fertilizers from industrial waste with a stabilizing additive, the chemical formulations used raw materials and finished products.
Key words: chemicals, Cottrell dust, waste, technogenic waste, LCF.

УДК 006:005(574)

А.А. Шадиярова, А.А. Куйкабаева, Ш.С. Оспанова, А.З. Нурмуханова,
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан)

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ УТИЛИЗАЦИИ КОМПОНЕНТОВ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА

Аннотация. В статье рассматриваются основные негативные воздействия на окружающую природную среду при утилизации компонентов солнечной установки для автономного энергоснабжения жилого дома.
Ключевые слова: солнечные панели, солнечная установка для автономного энергоснабжения жилого дома, солнечная энергетика.

Основной фактор развития цивилизации на сегодняшний день - это непосредственно использование различных источников энергии. На данный момент ни для кого не секрет, что углеродные ресурсы весьма быстрыми темпами истощаются, ежели поиски альтернативных источников энергии в ближайшем будущем не увенчаются успехом, то в таком случае перспективы цивилизации нашей абсолютно невелики. Так, из возможных преемников, что способны подхватить эстафету традиционной энергетики, самой привлекательной среди альтернативных энергетических источников является именно солнечная энергия, которую считают экологически чистой потому, что она уже миллиарды лет поступает на нашу Землю и, соответственно, все процессы земные с ней давно уже свыклись. Но в последние годы ученые все чаще ставят вопрос о огромном влиянии солнечной энергетики на экологию нашего мира. Так, потоки солнечной энергии просто обязаны быть взятыми людьми под контроль и использоваться максимально, но при сбережении уникального земного климата.

На сегодняшний день в глобальной сети представлены различные схемы установок для обеспечения жилого дома тепловой и электрической энергией с помощью преобразования солнечной энергии.

Самая простая такая система имеет на выходе низкое напряжение постоянного тока, которое обычно составляет 12 или 24 В. Именно такая система применяется для обеспечения работы необходимых электроприборов. Такие как холодильник, телевизор и так далее, самое главное обеспечить освещение дома и зарядку различных гаджетов.

В состав солнечной установки для автономного энергообеспечения жилого дома, которая показана на рисунке -1, входят следующие компоненты:

-солнечная батарея необходимой мощности;
-контроллер заряда аккумуляторной батареи, который предохраняет;
-батарею от полной разрядки и чрезмерного перезаряда;
-батарея аккумуляторов (АБ);
-инвертор;
-энергоэффективные нагрузки переменного тока [1].

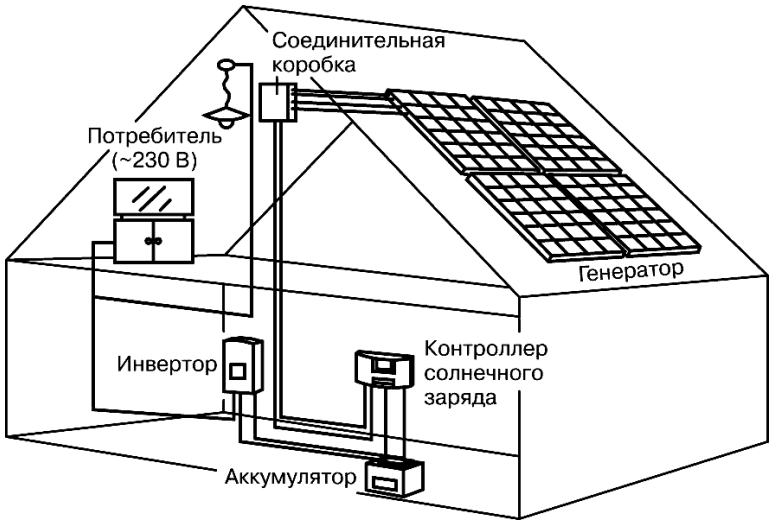


Рис. 1. Типовая схема системы установки для обеспечения жилого дома электрической энергией с помощью преобразования солнечной энергии

На этапе эксплуатации солнечная установка не оказывает негативного воздействия на окружающую среду, если ее установить на крыше дома.

Особое внимание необходимо обратить на загрязнения возникающие при утилизации компонентов солнечной установки.

Срок службы солнечных панелей 40-50 лет, контроллера и инвертера 15-20 лет, аккумуляторов в зависимости от типа и характера использования - 4-10 лет. Хотя вопрос утилизации солнечных панелей остается открытым, только 30% всех производителей принимают обратно их обратно для переработки [2].

Утилизация значительных объемов отслуживших свое солнечных модулей на конкретной терри- тории приводит к увеличению риска для здоровья людей в данной местности, а также это пагубно для местной флоры и фауны. Утечка химических реагентов из утилизируемых модулей дает вероят- ность заражению местной почвы и поверхностных вод.

Животный и растительный мир на этих территориях при непосредственной близости возможных утечек или случайных выбросов в атмосферу может быть подвергнут тяжелому воздействию. Утечки могут привести к взрывному росту концентрации опасных веществ вокруг производственных установок, на которых производятся модули. А это уже прямая и явная угроза здоровью работающих здесь людей.

Окружающая вода, воздух, почвы будут поглощать в себя вредные химические выбросы. Загрязненная вода отравит почву, а вдыхаемый воздух также будет частично отравлен выбросами.

Кроме того кислотные аккумуляторы, которые используются для накопления энергии, могут принести и огромный вред. Происходит это в том случае, если отработавшие свой срок батареи не утилизируются должным образом.

Кислотно-свинцовый аккумулятор содержит два типа веществ, которые могут оказывать негативное влияние на здоровье человека. Свинец может годами накапливаться в организме, нанося ему непоправимый вред. Разрушает кости, вызывает необратимые изменения во всех органах и си- стемах. Особенно опасен для детей и людей со сниженным иммунитетом. Кислоты для аккумулято- ров чаще всего используется серная кислота. При попадании на кожу человека или внутрь его орга- низма, вызывает тяжелые ожоги, которые сложно поддаются лечению и могут приводить к леталь- ному исходу. Кислота и свинец из отработанных аккумуляторных при их неправильной утилизации могут попадать в почву и водоемы, а оттуда с питьевой водой и пищей (выросшими на зараженной почве овощами и фруктами и мясом пораженных животных) – в организм человека [3].

Таким образом, мы можем увидеть, что солнечная энергетика является далеко не экологически чистой. В дальнейшем для нашей страны необходимо решить проблемы утилизации солнечных панелей или же вторичной переработки, что в дальнейшем окажет существенное влияние на развитие экономики страны.

ЛИТЕРАТУРА
[1] Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы. А. да Роза. - М.: Интеллект, МЭИ, 2010.
[2] http://rodovid.me/solar_power/ustanovka-solnechnyh-batarey-6-faktorov-kotorye-sleduet-uchest.html.
[3] http://www.lompb.ru/ytilizaciykislotnixakb.htm.

Шадиярова А.А., Куйкабаева А.А., Оспанова Ш.С., Нурмуханова А.З.

Тұрғын үйді энергиямен автономды қамтуға арналған күн құрылғылары компоненттерін жоюдың қоршаған ортаға әсерін бағалау

Түйіндеме: Аталған мақалада тұрғын үйді автономды энергиямен қамту үшін қолданылатын күн құрылғылары компоненттерін жою барысында болатын негізгі зиянды әсерлер қарастырылады.

Түйін сөздер: күн тақталары, тұрғын үйді автономды энергиямен қамтуға арналған күн құрылғысы, күн энергетикасы.

Shadiyarova A.A., Kuykabaeva A.A., Ospanova Sh. S., Nurmukhanova A.Z.

Enviromental impact assessment from recycling components of the solar energy system for autonomous energy-saving an apartment house

Summary: the article considers basic environmental negative impacts from recycling components of the solar energy systems for autonomous energy-saving an apartment house.

Key words: solar panels, the solar energy systems for autonomous energy-saving an apartment house, solar energy.

ОӘЖ 664.68

А.М. Исакова, Б.Е. Солтыбаева
(М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті
Тараз, Қазақстан Республикасы, aselka__2012@mail.ru)

ДӘСТҮРЛІ ЕМЕС ШИКІЗАТТЫ ҚОЛДАНЫП ГАЛЕТ ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІН ЖАСАУ

Түйіндеме. Қазіргі таңда ұнды кондитер өндірісінде маңызды мәселелердің бірі өнімдер сапасын жақсарту. Осындай мәселені шешудің бірден бір жолы – дәстүрлі емес шикізат көзі – қоңыр күріш ұнын бидай ұнына алмастыру, «Paknar» жақсартқышын қолдану арқылы галет өнімдерінің сапасын жақсарту мақсатында зерттеулер жүргізу. Опара мен қамырға қосылатын қоңыр күріш ұнының оптималды мөлшері қарастырылды, қоңыр күріш ұны мен жақсартқыш қосылып дайындалған галет өнімдерінің сапа көрсеткіштеріне зерттеулер жүргізілді.

Түйін сөздер. Ұнды кондитер өнімдері, дәстүрлі емес шикізат, галет өнімдері, қоңыр күріш ұны, «Paknar» жақсартқышы, физико-химиялық көрсеткіштер, микробиологиялық көрсеткіштер.

Азық-түлік өнімдері тек сапа мен қауіпсіздік талаптарына ғана жауап бермейді, сонымен қатар, әсіресе диеталық және функционалдық қасиеттерге ие ұнды кондитер өнімдерінің тамақтанудағы мәселесін шешуі тиіс.

Ұнды кондитер өнімдерінің ассортиментін кеңейтуде, өнімдердің көпшілік тобы жоғары калориялы, құрамында жеңіл сіңірілетін ақуыздардың кездесуі көңіл аудартады және өмірлік маңызды заттарың қатарына кедей: ақуыздар, минералды заттар, пектин, тағамдық талшықтар, бұл диеталық тамақтануда осы заттардың қолданылуын шектейді.

Осыған байланысты, жұмысымыздың мақсаты, диеталық және функционалды тағайындалған галет рецептурасын модификациялау жолымен тағамдық құндылығы, биологиялық белсенді заттарды, макро- және микроэлементтерді жоғарылатуға бағытталған өнім өндіру болды.

Диеталық тамақтану өнімдерінің әр түрінде дәстүрлі емес шикізат түрлері және оның қайта өңделген өнімдері (күріш ұны, қоңыр күріш ұны, сұлы ұны, талқан, жүгері ұны, бұршақ ұны) ерекше роль атқарады.

Ұннан жасалған кондитер өнімдерінің өндірісінде қоңыр күріш дәнінің қайта өңделген өнімдерін қолдану арқылы технологиясын өңдеу, дайын өнімнің тағамдық құндылығын арттыруға мүмкін-

дік береді, диеталық профилактикалық тағамдар ассортиментін кеңейтеді және қалдықсыз таза экологиялық күріш жармасы өндірісін қамтамасыз етеді [1].

Қоңыр күріш ұны тиімді үйлесімді минералды құрамымен, бидай ұнының жоғары сұрып ұнымен салыстырғанда B_1, B_2, РР дәрумендерінің жоғары құрамымен ерекшеленеді, функционалды және бидай ұнынан жасалған нан-тоқаш өнімдерін байытатын қасиеті бар шикізат тобына жатқызуға мүмкіндік береді. Қоңыр күріш ұнын нан өндірісі үшін бидай ұнымен толықтай алмастыру жұмысы белгілі, бірақ ол технология алынған өнімнің сапасының төмен болғаны үшін өндірісте кең қолданысқа ие бола алмады. Қоңыр күріш ұны қосылған ұнды-кондитер өнімдері технологиясын жасау үлкен тұтынушылық қасиетке ие.

Қоңыр күріш ұны В тобының дәрумендеріне бай және құрамында РР дәрумендері бар, олар негізінен ұрықта, алейрон қабатында және алейрон қабатына жанасатын эндосперма бөлігінде жатады. Басқа дақылдармен салыстырғанда күріште ақуыз аз – 6,0-11,2% аралығында, крахмал – 58-80%, қант – 1,5-3,0%, клетчатка – 9-12%, май – 2-5%, минералдық заттар 5-7% шамасында болады. А, Д және аскорбин қышқылы күріште жоқ немесе өте аз мөлшерде кездеседі. B_1, B_2, РР және пантотен қышқылы күріш дәніндегі А коферментінің, фолии қышқылының, B_6, биотин (Н) және басқа ферменттер құрамына кіреді. Қауыздалған күріште ажарланған күрішке қарағанда дәрумендер көбірек. Ал, ажарланған күріште минералдық заттар 1,5 пайызға дейін төмен болады [2].

Зерттеу жұмысында дәстүрлі емес шикізат ретінде диеталық тұрғыдағы галет өнімдерін өндіру үшін, қоңыр күріш ұнының химиялық құрамын негізге ала отырып таңдап алдынды.

Жартылай фабрикаттар мен дайын өнім сапасын жақсартуда тәтті нан және ұнды кондитер өндірісінде технологиялық қоспа ретінде жақсартқыштар кеңінен қоданылады. Жақсартқыштарды ұнды кондитер өнімдері өндірісінде қолданудың тиімділігі ұнның наубайханалық қасиеттерімен, технологиялық үрдістердің ерекшелігімен және рецептурамен анықталады.

Галеттерді қоңыр күріш ұнымен байыту, өнімнің тағамдық құндылығын ұн құрамында кездесетін В және РР тобындағы дәрумендермен, клетчатка және минералды заттармен жоғарылатуға мүмкіндік береді. Жақсартқыштар болса, галет өнімдерінің өнімділігін, сапасын, тауарлық түрін, экономикалық тиімділігін, сапа көрсеткіштерін, сондай-ақ, технологиялық үрдістердің жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді.

Жаңа өнім түрлерін өндіруде негізге бақылау ретінде жақсартылған галет «Арктика» рецептурасы алынды.

Галеттер қоңыр күріш ұны түрлі пайыздық мөлшерде қосылып дайындалды. Галеттер опаралы әдіспен дайындалғандықтан, жақсартқыш опара дайындау сатысында енгізіледі.

Опара қамыры жоғары сұрыпты, w -14,5%, желімтек мөлшері 31%, ИДК-1 құралындағы желімтек сапасы 75% болатын бидай ұнынан дайындалды.

Рецептуралық компоненттерден 1/3 қатынасында жоғары сұрып бидай ұны 5-25% мөлшерде қоңыр күріш ұнымен алмастырылып, ашытқы «Paknar» жақсартқышымен алмастырылып, қоспа 5... 8 мин уақыт аралығында араластырылды. Жақсартқыш қосылатын ұн мөлшеріне сай белгілі мөлшерде есептеліп қосылды. Араластырылғаннан кейінгі опараның температурасы 28°С, ылғалдылығы 58% болды. Опараның ашу ұзақтығы 6 сағатты құрады. Опара теромостат камерасына – 32°С температурада 75-85% салыстырмалы ауа ылғалдылығында қойылды. Жоғары сұрып бидай ұны 5-25% мөлшерде қоңыр күріш ұнымен, ашытқы «Paknar» жақсартқышымен алмастырылып 8 сағаттың ішінде опараның қышқылтүзілу үрдісіне әсері зерттелді [3]. Зерттеу нәтижелері 1 кестеде берілген.

Кесте 1. **Қоңыр күріш ұны мен «Paknar» жақсартқышының опараның қышқылтүзілу үрдісіне әсері**

Сынама түрлері	Уақыт, сағ.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Қышқылдылық, град.							
Бақылау	2,5	3	3,2	3,6	4	4,5	5,3	5,6
Сынама 1	2,8	3,0	3,4	3,8	4,2	5,3	5,6	6,4
Сынама 2	2,6	3,2	3,4	3,9	5,2	5,9	5,0	4,6
Сынама 3	2,6	3,8	4,2	5,4	6,4	5,4	4,6	4,0
Сынама 4	3	4,6	5,4	6,6	5,0	4,1	4,0	4,0
Сынама 5	3,2	4,8	5,8	6,7	4,8	4,2	4,0	4,0

Бақылау – жоғары сұрып бидай ұны қосылған;
Сынама 1 - 5% қоңыр күріш ұны мен «Paknar» жақсартқышы қосылған;
Сынама 2 - 10% қоңыр күріш ұны мен «Paknar» жақсартқышы қосылған;
Сынама 3 - 15% қоңыр күріш ұны мен «Paknar» жақсартқышы қосылған;
Сынама 4 - 20% қоңыр күріш ұны мен «Paknar» жақсартқышы қосылған;
Сынама 5 - 25% қоңыр күріш ұны мен «Paknar» жақсартқышы қосылған.

Қосылатын қоңыр күріш ұнының мөлшері артқан сайын қамырдың қышқылтүзілу қабілеті де артады. Бұл күріш ұнында тез қорытылатын, ашу үрдісін белсендіретін және ашытқыларға қосымша тамақ көзі болып табылатын қанттардың және азоты бар заттардың көп кездесетіндігіне байланысты.

Қоңыр күріш ұны мен жақсартқыш қосылған опара мен қамыр ашуы үрдісінің үдеуі, ашу микрофлорасының өміршеңдігін қарқындататын, ақуыздың коллоидты бөлшегін ұсақ агрегатты заттарға біріктіретін органикалық заттар мен қосымша нәрлі заттардың болуымен байланысты [4].

Қамыр қышқылдылығы 6-7 град болатын опараға қалған рецептуралық компоненттерді (жоғары сұрыпты бидай ұны, қоңыр күріш ұны, құмшекер, сары май, тұз) араластыру арқылы иленді. Біркелкі масса болғанынша 35-40°С температурада 30-40 мин бойы араластырылды. Қамырдың ылғалдылығы 26...30%. Бақылау үлгісіндегі қамырдың тұрғызылу ұзақтығы 1,5-2 сағат, ал сынама үлгілерінде 1 сағатты құрады. Қамыр дайындамалары 230-260°С температурада 7-15 мин аралығында пісірілді.

Опара мен қамыр дайындау ұзақтығын қысқарту үшін нан жақсартқышы «Paknar» қолданылды. «Paknar» жақсартқышын қосу кезінде қышқылтүзілу үрдісі қарқындай түседі, нәтижесінде галет үшін опараның ашу ұзақтығы 4 сағатқа, қамыр илеу ұзақтығы 30-40 минутқа қысқарады, алынатын галет өнімдерінің сапасы жақсарады (бетінің түсі жақсарады).

Кесте 3. **Қоңыр күріш ұны мен жақсартқыш қосылған қамырдың сапа көрсеткіштері**

Көрсеткіштердің аталуы	Бақылау	Сынамалар				
		1	2	3	4	5
Қамырдың ылғалдылығы,%	58	58	58	57	56	56
Консистенциясы	қалыпты					
Илеу ұзақтығы, мин	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30	15-20
Қамырдың температурасы, °С	32	32	32	32	32	32
Құрылымды-механикалық қасиеті	созылғыш, серпінді-жабысқақ	созылғыш,серпінді-жұмсақ			созылғыштығы мен серпінділігі төмен, жабысқақ емес	
Түсі	ақшыл сары	ақшыл			сұрғылт	
Дәмі	бидай ұнынан жасалған қамырға тән			күріш ұнының дәмі аздап сезіледі		күріш ұнының дәмі айқын сезіледі
Иісі	өзіне тән					

Бақылау – жоғары сұрып бидай ұны қосылған;
Сынама 1 - 10% қоңыр күріш ұны мен «Paknar» жақсартқышы қосылған;
Сынама 2 - 20% қоңыр күріш ұны мен «Paknar» жақсартқышы қосылған;
Сынама 3 - 30% қоңыр күріш ұны мен «Paknar» жақсартқышы қосылған;
Сынама 4 - 40% қоңыр күріш ұны мен «Paknar» жақсартқышы қосылған;
Сынама 5 - 50% қоңыр күріш ұны мен «Paknar» жақсартқышы қосылған.

Дайын өнімдердің органолептикалық сапа көрсеткіштері анықталды. Галеттің дәмдік сапасы, түрі, бетінің жағдайы, түсі бағаланды.

Кесте 4. **Дайын өнімдердің органолептикалық сапа көрсеткіштері**

МЕМСТ бойынша көрсеткіштердің атауы	Бақылау	Сынама				
		1	2	3	4	5
Дәмі	жақсы піскен галеттерге тән, бөтен иіс пен бөтен дәмсіз				галетке сай, әлсіз дәмі сезіледі	
Сыртқы көрінісі	беркелкі, тегіс, сынығының көрінісі біртекті		беті аздап жарылған			Біркелкі-тегіс емес
Түсі	сабан-сары, галеттер күйіп кетпеген, төменгі жағының бояуы аздап күңгірттеу.				қоңыр сары, галеттер күйіп кетпеген, төменгі жағының бояуы аздап күңгірттеу.	
Пішіні	дөңгелек, бүлінусіз, шеттерінің болмашы көтерілуі					

Бақылау – ж. с. бидай ұнынан дайындалған;
Сынама 1 - 10% қоңыр күріш ұнымен алмастырылған, «Paknar» жақсартқышы қосылған;
Сынама 2 - 20% қоңыр күріш ұнымен алмастырылған, «Paknar» жақсартқышы қосылған;
Сынама 3 - 30% қоңыр күріш ұнымен алмастырылған, «Paknar» жақсартқышы қосылған;
Сынама 4 - 40% қоңыр күріш ұнымен алмастырылған, «Paknar» жақсартқышы қосылған;
Сынама 5 - 50% қоңыр күріш ұнымен алмастырылған, «Paknar» жақсартқышы қосылған.

Қоңыр күріш ұнын 30%-дан жоғары қосқанда сапасы жақсарып, өз пішінін сақтайтын, түсі сары, беті аздап жарылған, дәмі мен hош иісі тәбет ашатын, бақылау үлгісінен қалыспайтын, үгілмелі өнімдер алынды. Қалған нұсқаларда сапасы, дәмдік және иістік жағынан бақылау нұсқасынан ешбір айырмашылығы кездеспеді, өнімнің сапасын да нашарлатпады. Зерттеу барысында күріш ұнының қосылатын пайыздық мөлшерінің артуымен дайын өнімдерің ылғалдың массалық үлесі артатындығы анықталды. Өнімдердегі ылғалдың массалық үлесінің артуы күріш крахмалының болуымен байланысты, оның амилозасы крахмал мен амилопектиннің қалған түрлері мен амилоза арасындағы қашықтық қалыпты алады. Күріш крахмалының амилозасы көп мөлшердегі тармақтануы нәтижесінде суды берік байланыстырады және төмен ретоградация мен сипатталады. Галеттің су сіңіргіштігі күріш ұні мөлшерлемесінің артуымен жоғарылай түсті, бұл күріш ұнының гидроколлоидты қсиетімен түсіндіріледі.

Алынған нәтижелер есепке алына отырып, органолептикалық көрсеткіштер кешенінен жағымды иісі мен дәмі, тартымды сыртқы түрі бойынша жақсы көрсеткіштерге ие болған 30% қоңыр күріш ұны мен жақсартқыш қосылған сынама болды. Төменде 30% қоңыр күріш ұны мен жақсартқыш қосылған галет рецептурасы келтірілген.

Кесте 2. **Қоңыр күріш ұны мен жақсартқыш қосылған галет рецептурасы**

Шикізаттың аталуы	Құрғақ заттардың мөлшері, %	Шикізат шығыны, кг			
		Жүктеуге		«Нәзік» галеті 1 т дайын өнімге	
		Натурада	Құрғақ заттар, %	Натурада	Құрғақ заттар , %
Ж. с. бидай ұны	85,50	80,0	68,40	658,88	563,34
Қоңыр күріш ұны	88,0			282,37	248,48
Құмшекер	99,85	0,4	0,399	6,81	6,79
Сары май	84,00	10,0	8,400	124,06	104,21
Тұз	96,50	1,5	1,448	17,65	17,03
Ас содасы	50,0,0	0,16	0,08		7,05
Престелген ашытқы	25,0	25,0	0,6	28,23	25,0
Жақсартқыш «Paknar»	5,0	-	-	5	-
Барлығы	-	94,46	79,327	1123,0	971,9
Шығын	95,0	84,99	77,344	1000,0	948,8

30% қоңыр күріш ұны мен жақсартқыш қосылған сынама түрінің физико-химиялық сапа көрсеткіштері анықталды.

Кесте 5. **30% қоңыр күріш ұны мен жақсартқыш қосылған галет өнімдерінің физико-химиялық сапа көрсеткіштері**

Физико-химиялық сапа көрсеткіштері	НҚ бойынша сынақ әдістерінің аталуы	Көрсеткіштер мәндері	
		НҚ бойынша үлгі	Нақты алынған нәтижелер
Күлдің массалық үлесі, % артық емес	МЕМСТ 5901-87	0,1	0,12
Су сіңіргіштігі, % артық емес	МЕМСТ 10114-80	200	370
Күкірт қышқылының жалпы массалық үлесі, % артық емес	МЕМСТ 26811-86	0,01	табылмады
Сілтілігі, град, артық емес	МЕМСТ 5898-87	1,0	1,0
Ылғалдылығы, % артық емес	МЕМСТ 5900-73	10,0	7,0
Құрғақ затқа есептегенде майдың массалық үлесі, % артық емес	МЕМСТ 5899-85	10,5	4,4
Құрғақ затқа есептегенде қанттың массалық үлесі, % артық емес	МЕМСТ 5903-89	-	4,9

Физико-химиялық сапа көрсеткіштері бойынша, бақылау және сынама үлгілері нормаланатын көрсеткіш шектерінде болды. Галетке 30% қосылған қоңыр күріш ұны оның сапа көрсеткіштерін нашарлатпады. Галет өнімдерінің су сіңіргіштігі 18,5%-ға және қанттың массалық үлесі 4,9-ға артты. Зерттеу үлгісіндегі сілтілік мөлшері бақылау үлгісінен айырмашылығы болған жоқ және айырмашылық, тәжірибе қателігінің рұқсат етілетін шегінде ғана болды.

Қоңыр күріш ұны мен жақсартқыш қосылған галет өнімдерінің тағамдық қауіпсіздігін анықтау өте маңызды. 30% қоңыр күріш ұны және жақсартқыш қосылған галет өнімдерінің тағамдық қауіпсіздік көрсеткіштері афлотоксин және пестицидтердің болуына байланысты анықталды.

Кесте 6. **30% қоңыр күріш ұны мен жақсартқыш қосылған галет өнімдерінің микробиологиялық сапа көрсеткіштері**

Микробиологиялық сапа көрсеткіштері	НҚ бойынша сынақ әдістерінің аталуы	Көрсеткіштер мәндері	
		НҚ бойынша үлгі	Нақты алынған нәтижелер
КМАФАнМ, КОЕ/см^3 (г), артық емес	МЕМСТ 10444.15-94	1,0х10^3	Табылмады
БГКП (колиформалар) 0,01 г/см^3 өнімде	МЕМСТ 30518-97	Жіберілмейді	Табылмады
стафилококтар, S.aureus 0.1 г/см^3	МЕМСТ 30347-97	Жіберілмейді	Табылмады
ашытқылар, зеңдер, КОЕ/см^3 (г), артық емес	МЕМСТ 10444.12-88	100 соммада	Табылмады
Токсинді элем.р, мг/кг көп емес			
Қорғасын	МЕМСТ 26932-86	0,35	Табылмады
Мырыш	МЕМСТ 26930-86	0,15	Табылмады
Кадмий	МЕМСТ 26933-86	0,07	Табылмады
Сынап	МЕМСТ 26927-86	0,015	Табылмады
Микотоксиндер, мг/кг көп емес			
Афлатоксин В1	МЕМСТ 30711-2001	0,005	Табылмады
Дезоксиниваленол	МУ 4.05.002-97	0,7	Табылмады
T_2 токсин зеараленон	МУ 10.05.002-97	0,1	Табылмады
	МР 4.05.014-97	0,2	Табылмады

Пестицид қалдықтары, мг/кг, артық емес		0,5	Табылмады
ГХЦК (α, β, γ – изомерлері)		0,02	Табылмады
ДДТ және оның метаболиттері 2,4 Д қышқылы, оның тұздары	Анықтамалық басылым 1,2 том, ВО Колос МУ 2142-80		
сынапорганикалық пестицидтер		Жіберілмейді	Табылмады
гексахлорбензол		Жіберілмейді	Табылмады
Радионуклидтердің меншікті белсенділігі, Бк/кг, көп емес	СТ РК 1623-2007		
Цезий – 137	МЕМСТ Р 54016-2010	40	2,5 тен кем
Стронций – 90	МЕМСТ Р 54017-2010	20	1,74 тен кем

30% қоңыр күріш ұны мен «Paknar» жақсартқышы қосылған галет өнімдерінің тағамдық қауіпсіздігі бойынша микробиологиялық талдау нәтижелері, осы өнімнің қауіпсіздігі және НҚ берілген нормаларға сай келетіндігін көрсетті. Қоңыр күріш ұны қосылған өнімдерде, токсинді элементтер, микотоксиндер мен пестицид қалдықтары табылмады. Сондықтан, негізгі қауіпсіздік өлшемі бойынша, қоңыр күріш ұны қосылған жаңа өнім түрі белгіленген талаптарға толығымен сай келеді.

Зерттеу жұмысында дәстүрлі емес шикізат көзі ретінде таңдап алынған - қоңыр күріш ұны мен «Paknar» жақсартқышы галет өнімдерінің тағамдық құндылығын жоғарылатып, диеталық және функционалдық бағытта ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Корячкина, С.Я. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий / С.Я. Корячкина, Т.В. Матвеева.— СПб. : ГИОРД.- 2013. - С.528

[2] Иванова, Т.Н. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров / Т.Н. Иванова. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - С.288 .

[3] Кузнецова Л. С., Сиданова М. Ю. Технология приготовления мучных кондитерских изделий. — М.: Мастерство, - 2002. – С.320

[4] Болдина А. А. Разработка рецептуры и технологии производства безглютенового печенья на основе кукурузной муки и рисовой мучки/ А.А. Болдина// Научное обозрение – Москва: издательский дом «Наука образования»,2014.- №6.- С.79-83.

Исакова А.М., Солтыбаева Б.Е.

Разработка технологического процесса производства галет с применением нетрадиционного сырья

Резюме. В настоящее время в кондитерском производстве важной задачей является повышение качества мучных кондитерских изделий. Один из путей решения этой проблемы является, проведение исследования замены пшеничной муки на нетрадиционное сырье – муки из бурого риса, применения улучшителя «Paknar» для улучшение качества теста в галетах. Рассматривались различные соотношение оптимального количества муки из бурого риса в тесто и опару, проводились физико-химические, органолептические и микробиологические исследования на показатели качества галет с применением муки из бурого риса и улучшителя «Paknar».

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, нетрадиционное сырье, галеты, мука из бурого риса, улучшитель «Paknar», физико-химические показатели, микробиологические показатели.

Issakova A.M., Soltybayeva B.E.

Development of technological process of production of crackers with the use of unconventional raw material

Summary. Presently in a pastry production an important task is upgrading of flour pastry wares. One of ways of decision of this problem is, realization of research of replacement of wheatflour on unconventional raw material is pangs from brown rice, applications of improver of "Paknar" for improvement of quality of test in crackers. The different was examined correlation of optimal amount of flour from brown rice in dough and leavened dough, physical and chemical and microbiological researches were conducted on the indexes of quality of crackers with the use of flour from brown rice and improver of "Paknar".

Key words: flour pastry wares, unconventional raw material, crackers, flour from brown rice, improver of "Paknar", physical and chemical indexes, microbiological indexes.

УДК 664.92/.94

К.Р. Манап, М.С. Сериккызы, К.Қызыр
(Алматинский технологический университет,
Алматы, Республика Казахстан, mira.serikkyzy@mail.ru)

ФУНКЦИОНАЛЬДЫ ТАМАҚТАНУҒА АРНАЛҒАН ҚҰС ЕТІ ПАШТЕТІ ҮШІН ИТМҰРЫН ҰНТАҒЫН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Қазақстан Республикасы мемлекетінің негізгі және салалық салауатты тамақтану барысында соның ішінде өндірістің өсуіне байланысты жаңа байытылған диеталық және функционалды азық-түлік өнімдерімен қамтамасыздандыру өзекті мәселе болып тұр. Бұл жұмыстың мақсаты функциональды тамақтану үшін құс етінен жасалған паштетке итмұрын ұнтағын қосып өнім технологиясын құрастырып және сол өнімге зерттеу жүргізу. Итмұрын ұнтағының биологиялық және микробиологиялық көрсеткіштерін зерттеп, адам ағзасы үшін пайдасын ашып қарастыру.

Ключевые слова: функционалды тамақтану, итмұрын ұнтағы, ет өнімдері, паштет, тағам технологиясы, диеталық талшықтар

Кіріспе

Адам денсаулығының төмендеуі көп жағдайда тамақтанудың бұзылуымен және биологиялық белсенді заттардың жетіспеуіне тікелей байланысты. Дұрыс тамақтану адам ағзасына энергия беріп қана қоймай, адам ағзасындағы қалыпты өмірлік функциялары мен ішкі мүшелерінің толыққанды функционалуын қамтамасыз ету қажет. Дұрыс тамақтану адам туылғаннан бастап дамуын, қалыпты өсуін және жұмысқа қабілеттілігін арттырып, жетілген жасқа жеткенде толыққанды өмір сүруін қамтамасыз етеді[1].

Дұрыс тамақтануды қамтамасыз етуде етті негізге ала отырып функциональды өнім өндіретін ет өнеркәсібі үлкен мағынаға ие. Функциональды өнім өндіретін өндіріс жаңа дамушы бағыт болып табылады, өйткені ондай өнімдер құрамына биологиялық активті заттар (дәрумендер, андиоксиданттар және минералды заттар) және ішек микрофлорасының өсуі мен дамуын ынталандыратын заттар (пробиотиктер, пребиотиктер және диеталық талшықтар) кіреді.

Өнімдерді биологиялық активті заттармен байыту үшін өсімдік компоненттері қолданылады. Алматы облысында өсетін өсімдіктердің арасында функциональды компонент ретінде микроэлементтер мен дәрумендердің қайнар көзі итмұрынға қызығушылық артуда[2,3].

Қазіргі таңда әлем елдері бойынша функционалды тағам өндіру күннен күнге дамуда. Мұндай өнімдер антиканцерогенді, антиоксидантты, қабынуға қарсы, холестерин мөлшерін реттеуші және басқа пайдалы қасиеттерге ие болу керек. Осы елдердің қатарынан Қазақстан Республикасының, яғни өзіміздің отандық өнімдер арасында функционалдық өнімдер өндіру дамып келе жатыр. Біз бұл зерттеуде еттен жасалған паштеттерді қарастырамыз, соның ішінде түйеқұс етіне итмұрын жидегінің ұнтағын қосып жасалынған паштетті алдық.

Паштет дегеніміз қайнатылған етті және басқа дәм беруші көкеністерді турамадан өткізіп, біркелкі концистенцияға келгенше араластырылып, қалбырға салынып сақталынатын өнім. Паштетті ертеректе тек бауырдан ғана жасаған. Қазір нарықтық даму заманында оны көптеген жануар еттерінен жасайды. Сауда нарығында ең өтімді паштеттер тауық етінен, күркетауық етінен, сиыр етінен жасалған паштеттері.

Паштеттің рецептурасы мен технологиясын жасауда келесідей шикізаттар қосылады: ет (тауық, күркетауық, сиыр, түйеқұс және т.б.), май, сәбіз, пияз, жұмыртқа, өнген бұршақтар және жасымық өскіндері, арнайы түрлі дәмдеуіштер және жидектер. Бұл өнімдерді қосып дайындау адам ағзасына биологиялық активті күнделікті қажетті дәрумендер, минералды заттар және басқа да пайдалы компоненттердің тапшы болу себебінен туындаған.

Соңғы уақытта паштет өндірісінде көкеністер мен жидектерді қосу екі себеппен танымал болуда:

- көкеністерді қосу өнімнің шығуын арттыруда;
- функционалды тамақтануға тұтынушылардың сұранысын арттыруда[4].

Паштетке жидектердің қосылуы оның адам ағзасына қажетті дәрумендердің және минералды заттардың артуына көп көмегін тигізеді. Біздің зерттеуге алған жидегіміз – итмұрын.

Итмұрынның ерекшелігі — бағалы дәрумендерге бай, жемісі және одан дайындалған дәрідәрмектер медицинада негізінен асқазан және бауыр ауруларын емдеуге қолданылады, гүлдерін шайдың орнына пайдалануға болады, күлтелерден дайындалған эфир майы — парфюмерия өндірісінде пайдаланылады.

Итмұрынның құрамында Менделеев кестесінің жартысы бар деуге болады. Итмұрынның тамыры, жапырағы, жемісі адам ағзасына өте шипалы. Құрамындағы аскорбин қышқылы қарақатқа қарағанда 10 есе, лимонға қарағанда 50 есе артық мөлшерде болады. Медициналық тұрғыдан итмұрынның құндылығын оның құрамында көп мөлшердеболатын С дәрумені арттырады. Сонымен қатар итмұрынның құрамында В, К, Р дәрумендері, тұқымында Е дәрумені, каротин, қант, сондай-ақ, илік, пектинді, бояулық заттар, органикалық қышқылдар, минералды заттар, макро микроэлементтер болады. Медицинада итмұрынды поливитамин ретінде, ағзада дәрумендер жетіспегенде, атеросклерозға қарсы, қан қысымы көбейгенде, қан аздыққа, иммунитетті көтеруге, сынған сүйекті тез бітіретін және бауыр ауруларын емдейтін дәрілік өсімдік ретінде пайдаланады. Итмұрыннан тосап жасайды. Жемісін кептіріп, қыста тұмауға қарсы қайнатып ішеді. Гүлдерін шайға қосып бұқтырып ішеді. Әдемі гүлдерінің арқасында көгалдандыруда кең қолданыста. Бұтағы тікенекті болғандықтан, қоршаудың орнына өсіруге де болады[5].

Зерттеу әдістері мен обьектісі

Эксперименттік зерттеулер Алматы Технологиялық Университетінің «Тағам өнімдерінің қауіпсіздігі және сапасы» кафедрасының лабораториясы және аккредиттелген «Тағам өнімдері қауіпсіздігі» сынау зертханасында өткізілді.

Ғылыми зерттеудің өткізілген сызбасы 1-суретте көрсетілген.

Бірінші сатысында итмұрын жемісінен керекті өнім алуға кеткен уақыт пен температура және алдын-ала итмұрын жемісінен ұнтақталған өнім құрамындағы биологиялық белсенді заттардың электромагниттік сәулеленуге әсерін зерттедік.

Дайын өнімнің құрамындағы С дәруменінің массалық үлесін, каротиноитды, полиферпольды байланыстар, сондай-ақ органолептикалық көрсеткіштерін анықтадық.

Зерттеудің екінші сатысында стартер микрофлорасының қатынасы қарастырдық. Итмұрын ұнтағының және функциональды ет өнімінің өндірісі үшін диеталық талшықтардың мөлшерін құрастырдық.

Зерттеудің үшінші сатысында функционалдық ет өнімдерін қалыптастыру үшін итмұрын ұнтағы мен диеталық талшықтың әсерін анықтадық.



1-сурет

Өнімнің анықталған ұнтақ және диеталық талшық мөлшерінің титрлі қышқылдылығын, тиімді тұтқырлығын және органолептикалық көрсеткіштерін анықтадық.

Зерттеудің қорытынды сатысы технологиясын құрастыру, сапасын қадағалау, қауіпсіздігі, микробиологиялық құрамы, биологиялық, тағамдық құндылығы және итмұрын ұнтағы және диеталық талшық қосылған функциональды ет өнімдернің химиялық құрамы, сақтау уақытын орнатумен аяқтадық.

Кесте 1. **Итмұрын ұнтағының биологиялық белсенді заттардың мөлшері**

Үлгі	Мөлшері			
	Дәрумен , С мг/100г	Каротиноиды, мг/100г	Биофлавоноиды, мг/100г	Қант мөлшерін азайтушы мг/100г
Итмұрын ұнтағы	59,8±1	15±1	32±1	41,2±1±
Итмұрын	40,1±1	11±1	25±1	37,3±1

Кестеден көріп тұрғанымыздай итмұрын ұнтағы көрсеткіштері итмұрын көрсеткіштерінен жоғары мөлшерді көрсетті.

Зерттеудің келесі сатысы функциональды өнім өндіретін өндіріс орындарын зерттеуге бағытталды.

Итмұрын ұнтағының мөлшерін дайын функциональды өнім үшін С дәруменінің күнделікті тұтыну мөлшерімен 15-30 % есеппен алдық (жетістеген мөлшері басқа тағам түрлерімен толықтырылады деген есеппен). С дәруменінің күнделікті қолдану мөлшері 70 мг деп есептеледі.

Зерттеудің келесі сатысында итмұрын ұнтағына әр түрлі мөлшердегі белсенді қышқылдардың әсері: 3%, 6%, 9%, және 12%.

Кесте 2. **Тотығу кезіндегі белсенді қышқылдардың динамикасы**

Ұзақтығы , сағат	Белсенді қышқыл мөлшері pH				
	Бақылау	3%	6%	9%	12%
0	6,64±0,02	6,58±0,02	6,58±0,02	6,60±0,02	6,65±0,02
1,0 кейін	6,64±0,02	5,33±0,02	5,30±0,02	5,30±0,02	5,33±0,02
2,0 кейін	6,29±0,02	5,25±0,02	4,89±0,02	4,79±0,02	4,77±0,02
3,0 кейін	5,85±0,02	4,90±0,02	4,68±0,02	4,75±0,02	4,77±0,02
4,0 кейін	5,28±0,02	4,74±0,02	4,69±0,02	-	-
5,0 кейін	4,94±0,02	4,67±0,02	4,62±0,02	-	-
6,0 кейін	4,65±0,02	-	-	-	-

Бұл анализ итмұрын ұнтағына белсенді қышқылдардың мөлшері көбейтілген сайын ферментация процесін тездететінін көреміз. Үш сағат өткеннен кейін қоспа мөлшерін 9 бен 12 % белсенді қышқыл 4,75 және 4,77 жетті, ал 3% пен 6% - 4,90 және 4,68 жетті. Бұл итмұрын ұнтағының ашытқы микрофлорасына жағымды әсер беретінімен байланысты болуы мүмкін.

Ары қарай зерттеуді функциональды тамақтануға арналған паштетті бақылауға жүргіздік. Тауық етінен жасалған паштетке итмұрын ұнтағын қосып оның тағамдық құндылығын арттыратын өнім жасалынды және оны дайын «» тауық етінен жасалған қоспасыз паштетпен салыстырмалы бақыладық.

Кесте 3. **Аминқышқылының мөлшері**

Аминқышқылының аталуы	Өнімнің аминқышқылының концентрациясы, мг/100 г	
	«Hame» тауық етінен жасалған паштет	Функциональды тамақтануға арналған паштет
Аспарагинді қышқыл	194	228
Серин	212	291
Треонин	189	224
Глутаминді қышқыл	401	412
Пролин	475	511
Глицин	68	85
Аланин	124	145
Валин	326	354
Цистеин	26	44
Метионин	85	111
Изолейцин	254	270
Лейцин	445	450
Тирозин	183	219

3-кестеден көріп тұрғанымыздай қоспасыз тауық етінен жасалған паштетке қарағанда функциональды тамақтануға арналған итмұрын ұнтағы қосылған тауық етінен жасалған паштет аминқышқылымен байытылған.

Кесте 4. **Дәрумендер мөлшері**

Аталуы	Мөлшері, мг/100 г	
	«Hame» тауық етінен жасалған паштет	Функциональды тамақтануға арналған паштет
B_2 (рибофлабин)	0,30	0,42
С (аскорбин қышқылы)	1,8	4,88
А (ретинол)	байқалмайды	0,43
В-каротин	байқалмайды	0,36
B_3 (пантотен қышқылы)	1,2	2,82
B_6 (пиридоксин)	0,98	2,89
B_1 (тиаминхлорид)	0,32	0,82
B_9 (фолий қышқылы)	байқалмайды	байқалмайды
B_5 (никотин қышқылы)	байқалмайды	байқалмайды

4-кестеден көріп тұрғанымыздай қоспасыз тауық етінен жасалған паштетке қарағанда функциональды тамақтануға арналған итмұрын ұнтағы қосылған тауық етінен жасалған паштет суда еритін дәрумендермен және минералды заттармен байытылған.

Сақтау мерзімін анық үшін функциональды ет өнімін 13 тәулікке (4±2) және (9±1) ^{0}С температурада сақтап органолептикалық және микробиологиялық көрсеткіштері арқылы анықтадық. Өткізілген бақылаудың нәтижесі төмендегі кестеде берілген.

Кесте 5. **Өнімді сақтау процесі кезіндегі микробиологиялық көрсеткіштер**

Көрсеткіш	Көрсеткіш мағынасы			
	Сақтау уақытының ұзақтығы, тәулік			
	0	4	8	12
Микроорганиз мөлшері, КОЕ/г, аз емес	$1,4*10^9$	$1,4*10^9$	$1,5*10^8$	$1,2*10^7$
Бифидобактерия, КОЕ/г, аз емес	$1,9*10^8$	$1,9*10^8$	$1,6*10^6$	$1,4*10^5$
Ашытқы, КОЕ/г	10 аз емес	10 аз емес	10	60
Зең, КОЕ/г	10 аз емес	10 аз емес	30	50

Өнімді сынау-бақылау үшін тауық етінен жасалған «Hame» паштеті алынды. 10 тәулік сақталғаннан кейін органолептикалық бағалау жүргізілді, 13-тәуліктен кейін сенсорлық бақылау кезінде иісі мен дәмі бұзылды. Функциональдық тамақтануға арналған тауық етінен жасалған паштет (4±2) ^{0}С температурада 7 тәулік сақтауға жарамды болып табылады[6].

Қорытынды

Осылайша, тамақтану адам ағзасындағы қалыпты өмірлік функциялары мен ішкі мүшелерінің толыққанды функционалуын қамтамасыз ету қажет. Мұндай тамақтануды функционалды тамақтану деп атаймыз.

Функционалды тамақтануды рационалды, салауатты және құнарлы тамақтанудан салыстырғанда тағамның тағамдық және биологиялық құндылықтарын ары қарай басқа құнарлы, адам ағзасына пайдалы заттармен толықтырылып ұсынылуымен ерекшеленеді. Осыған орай функциональды тамақтануға арналған тауық етінен жасалған паштет құрамына итмұрын жидегінің ұнтағын қосу арқылы дәрумендер мен минералды заттарға байытылған өнім алдық. Сондай-ақ осы өнімге зерттеулер жүргізу арқылы қоспасыз паштетке қарағанда адам ағзасына қаншалықты пайдалы екендігін қарастырдық.

Бұл зерттеулер арқылы біз ет өнімдерін жақсартып қана қоймай отандық өнімдердің сапалы екендігін көрсете аламыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Б.К.Асенова, Г.Т.Туменова, Г.Н.Нурымхан, Г.Т.Кажибаева /Учебное пособие по дисциплине специальные технологии перерабатывающих производств. / Семей: СГУ имени Шакарима, 2012 – 135 с.

[2] О. В. Богомолов, О. М. Сафонова, О. И. Шаповаленко и др. /Управление качеством перерабатывающих и пищевых производств : учебное пособие / Харьков: Эспада, 2006. - 296с.

[3] Б.Қ.Әсенова, С.Қ.Қасымов/Астық түйірді сақтау және өңдеу технологиясы. / Оқу құралы. Семей 2013 - 106 бет.

[4] Я.М.Узаков, Переработка мяса и производства мясапродуктов по технологии «Халяль». Алматы:2008 №11-59 с

[5] Технология хранения, переработки и стандартизация растениеводческой продукции: учебник / под ред. В. И. Манжесова. - Спб. : Троицкий мост, 2010. - 704с.

[6] Чиркова О И Исследования биологической ценности инновационной разработки для функционального питания / О И Чиркова, Т М Гиро // Актуальные проблемы мясной промышленности инновации, качество, управление Сборник докладов 9-ой Международной научно-практической конференции - М ВНИИМП, 2007 - С 62-66

Манап К.Р., Сериккызы М.С., Қызыр К.

Исследование порошка шиповника для паштетов из мяса птицы

Аннотация. Состояние здоровья современного человека характеризуется ухудшением, связанным в большой степени с нарушением питания и нехваткой биологически активных веществ.

Большое значение в обеспечении здорового питания, имеет промышленность , которая производит функциональных продукты на мясной основе. Для обогащения продуктов биологически активными веществами активно используются растительные компоненты. Среди растений наибольший интерес вызывает шиповник, так как он является ценным источником витаминов и микроэлементов.

Ключевые слова. Функциональное питание, порошок шиповника, мясные продукты, паштет, технология пищевых продуктов, пищевые волокна

Manap H.R., Serikkyzy M.S., Kyzyr K.

Research rosehip powder for pates of meat functional food poultry

Annotation. The state of health of modern man is characterized by the deterioration associated largely with malnutrition and a shortage of biologically active substances.

Of great importance in ensuring a healthy diet, it is an industry that produces functional products based on meat. biologically active substances widely used vegetable ingredients for dressing products. Among the plants the greatest interest is the rose, as it is a valuable source of vitamins and minerals.

Keywords. Functional food, rose hip powder, meats, pate, food technology, food fibers

УДК 004.056.5

Р.Б. Курмангельдиева, А.К. Махашева
(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті
Алматы, Қазақстан Республикасы, raihanjan@mail.ru)

«АҚПАРАТТЫ ҚОРҒАУ НЕГІЗДЕРІ» ПӘНІНІҢ МЕТОДИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫ

Түйіндеме. Бұл мақалада келесі мәселелер қарастырылады: неліктен «Ақпаратты қорғау негіздері» дисциплинасын оқыту қажеттілігі туындады, бұл пәнде қандай бағыттарды қарастыру керек және пәнді оқыту кезінде қандай мәселелелер шешілмеген. «Ақпараттық жүйелер» мен «Информатика» мамандықтары бойынша бакалаврларды «Ақпаратты қорғау негіздері» пәнін оқыту методикасы қарастырылған. «Ақпаратты қорғау негіздері» пәнін оқыту мақсаты студенттердің ЭЕМ-да деректерді рұқсат етілмеген қолжеткізуден, ұрлаудан, жоюдан және есептеуіш жүйеде сақталатын ақпаратқа байланысты тағы да басқа әрекеттерден қорғаудың теориялық және практикалық әдістерін зерттеуі болып табылады.

Негізгі сөздер. Ақпаратты қорғау негіздері, ақпаратты сақтау кезіндегі қорғау, Ақпаратты қорғау мәселелері.

Компьютерлік техника дамуымен және әсіресе компьютерлік желілер дамуымен, ақпарат ағымдарының жеке мемлекеттердегі ұйымдар, қолданушылар арасында ғана емес, осы мемлекеттер арасында да байланыс орнату мүмкіндігін беруі жіберілетін ақпаратты қорғаумен байланысты мәселелер дами бастауына түрткі болды. Бұл мәселе туралы білім маңыздылығын түсіну, оқыту бағдар-

ламасына «Ақпаратты қорғау негіздері» деп аталатын бөлек пән ретінде қосу қажеттілігі туындады. Бұл пән «Компьютерлік инженерия» мен «Компьютерлік ғылымдар» бағыттарындағы бакалаврлар, мамандар және магистрлер дайындау кезінде жоғары курс студенттеріне оқытылады.

«Ақпаратты қорғау негіздері» пәнін оқыту мақсаты студенттердің ЭЕМ-да деректерді рұқсат етілмеген қолжеткізуден, ұрлаудан, жоюдан және есептеуіш жүйеде сақталатын ақпаратқа байланысты тағы да басқа әрекеттерден қорғаудың теориялық және практикалық әдістерін зерттеуі болып табылады.

Пәнді оқу нәтижесінде студент мыналарды білуі қажет:

- Криптология негіздері;
- Рұқсат етілмеген қол жеткізуден ақпаратты қорғау және сақтаудың техникалық құралдары;
- Паролдік қорғау әдістері;
- Желілердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелері;
- Вирустарды жасау қағидаттары мен есептеуіш техниканың антивирустық құралдары;
- Ақпараттық өнімдердің авторлық құқықтарын қорғаудың мүмкін әдістері: бағдарламалар, алгоритмдер, деректер, нәтижелер.

Пәнді оқу кезінде студенттің қабілеттері болуы қажет:

- ЭЕМ-да ақпаратты қорғау әдістерін және құралдарын таңдау;
- Деректерді шифрлейтін және электронды қол үшін пайдаланылатын алгоритмдерді жүзеге асыру;
- ЭЕМ-да вирустарды табу және бар антивирустық бағдарламалар көмегімен емдеуді жүзеге асыру;
- Түрлі типті желілерді рұқсат етілмеген қолжеткізуден қорғау ұсынымдарын әзірлеу.

Пәнді оқыту кезінде сабақтардың негізгі түрлері қарастырылған: лекциялар, практикалық сабақтар және лабораториялық жұмыстар.

Берілген пәнді түсіну үшін қолданушылық интерфейсті білуі, операциялық жүйе мен желілерде жұмыс істеу қабілеті, перифериялық құрылғылар жұмысы мен компьютермен өзара әрекеттесуін білуі, есептеуіш жүйелерді моделдеу, жобалау мен талдаумен байланысты мәселелерді білуі керек.

«Ақпаратты қорғау негіздері» пәнінің негізгі ерекшелігі оның синтетикалық сипатта болатындығы. Жиналған білімдер қорғау мәселелерін шешу көзқарасынан қайта ой елегінен өткізілуі тиіс. Бұл қорғаудың барлық қырларынан мәселелерді анықтауды білдіреді:

- Ақпаратты сақтау кезіндегі қорғау
- Деректерді өңдеу кезінде алынған ақпаратты қорғау
- ЭЕМ-да орналасқан бағдарламалық өнімдерді қорғау
- Есептеуіш техниканы рұқсат етілмеген қолжеткізуден қорғау
- Жұмыс уақытында тоқтап қалу мен шалыс қалулардан техниканы бақылау және қорғау

Сонымен қоса студенттерді ақпаратты қорғаудың амалдары мен құралдарын өздігінен әзірлеуді үйрету қажет:

- Қолда бар жүйелер мен бағдарламаларды қорғау жағынан талдау жүргізуді үйрету
- Қорғау құралдарын жасау және ықшамдауға арналған моделдер мен әдістерді әзірлеуді өздігінен жүзеге асыру

Пәнді зерттеу нәтижесінде студент ақпаратты қорғауды түрлі көзқарастар арқылы қарастыруға болатындағынын түсінуі қажет:

- Тематикалық: ақпаратты жіберетін техниканы қорғаумен қатар, ақпаратты жіберетін басқа да жаңа техникалық құрылғыларды әзірлеу қажеттілігі;
- Экономикалық: ақпаратты жоғалту немесе оны рұқсат етілмеген қолдану не ұйымға, не жеке тұлғаға үлкен материалдық зардап шектіруі мүмкін;
- Әлеуметтік: түрлі ақпараттық қамтамаларды қолдануымен байланысты, сонымен қатар лицензиялық бағдарламалық өнімдер, өзіндік ақпаратты әзірлеу және тарату, және де оны қорғау мәселелері қорғаудың әлеуметтік қырларын құрайды;
- Мемлекеттік: мемлекеттік құпияны құрайтын ақпаратты сақтау қажеттілігін түсіну және қабілеттілік.

Қорғау мәселелерін қарастырған кезде жеке бағыт етіп азаматтардың интеллектуалдық жеке меншікке құқықтарын қорғауды ерекшелеу керек. Бұл мәселелерге мамандарды дайындау кезінде осы уақытқа дейін жеткілікті назар аударылмады.

Курстың мазмұнына бүтіндей бағытты алу үшін ақпаратты қорғау жөнінде бар мәліметті мазмұндауда үш бағытты бөліп айтуға болады: жалпы, функционалдық және принципиалдық. Жалпы сұрақтарды қарастыру әдетте лекциялық материалдарды оқу уақытынды жүзеге асырылады. Ақпаратты қорғау мәселесімен көптеген мақалалар, әйгілі кітаптар, жинақтар баспаға шығарылған.. «Ақпаратты қорғау негіздері» пәнінен лекциялық курста қарастырылатын тақырыптар тізімі төменде келтірілген:

- Компьютерлік заң бұзушылықтардың түрлерінің классификациясы.
- Ақпаратқа рұқсат етілмеген қолжеткізуден компьютерді қорғау. ДК ақпараттарын қорғайтын арнайы бағдарламалық қамтамалар.
- Криптология – қауіпсіздік туралы ғылым. Құпиялық мәселесі. Криптаналитикалық шабуылдар. Ақпаратты қорғау жүйелерін жобалау қағидалары. Шартсыз және теориялық тұрақтылық. Шенноның құпия байланысы теориясының элементтері. Ашық кілтті криптография. Аутентификация үшін ашық кілтті криптографияны қолдану. Ашық кілтті алгоритмдерді заманауи компьютерлік техникада пайдалану мысалдары.
- DES шифрлеу стандарттары.
- Стеганография. Бейне мен дыбысты ақпаратты шифрлеу, архиваторлар көмегімен щифрлеу.
- Аутентификация: паролдер мен олардың заманауи түрлері. Паролдік қорғауды айналып өту құралдары.
- Криптографиялық хаттамалар. Криптожүйелер хаттамаларының әлсіздігі.
- PGPақпаратты қорғау жүйесі.
- Компьютерлік вирустар. Қызмет ету логикасына қарай бөлу. Вирустық бағдарламалар жасау құрылымы. Дербес компьютер компьютерлік вирусты жұқтырған кездегі жалпы ұсынымдар. Кеңінен таралған компьютерлік вирустармен танысу.
- Антивирустық бағдарламалар. EXE файлдарды қорғау әдістері.

ЭЕМ мен есептеуіш желілердің тоқтап қалудағы орнықтылығы. Тоқтап қалудағы орнықтылықты қолданушылық деңгейде қамтамасыз ету. Ақпаратты сақтау кезінде тоқтап қалудағы орнықтылықты қамтамасыз ету. Аппараттық құралдар. Бағдарламалық құралдар. Қуаттану бойынша тоқтап калудағы орнықтылықты қамтамасыз ету. Желіден бүтіндей тоқтап қалудағы орнықтылықты қамтамасыз ету. Түрлі әдістерді бағалау.

Негізгі желілік операциялық жүйелерді тоқтап қалудағы орнықтылығын қамтамасыз етудің қасиеттерін салыстыру.

Сыртқы ортамен қауіпсіз байланыс: көпірлер, маршрутизаторлар, шлюздар, блоктаушылар. Желі типінің тәуекелге әсері.

Курс бойынша білімнің функционалдық бөлігін практикалық сабақтар уақытында баяндаған дұрыс. Практикалық сабақтар кезінде студенттер бар алгоритмдерді егжей-тегжейлі талдауы, шифрлеу алгоритмдерін жүзеге асыруды үйренуі, сонымен қоса қорғаудың техникалық құралдары қандай қағидаттар бойынша құралғанын түсінуі тиіс. Осыдан практикалық сабақтарға келесі мәселелер шығарылған:

- Деректерді шифрлеудің қарапайым тәсілдері. Алмастыру, ауыстыру және полиәліпбилік шифрлер.
- Ақпаратта шифрлеуде ығыстыру регистрлерін қолдану.
- Гаммалау алгоритмдері.
- Компьютерлік вирустардан бағдарламаларды қорғау әдістері. Бағдарламалар «егілуі», бар алгоритмдер. Бар EXE-файлдарды қорғау әдістері.
- Электрондық қол жасалу стандарты.
- Үлкен жай сандарды табу алгоритмдері.

«Ақпаратты қорғау негіздері» пәнін оқу кезіндегі маңызды кезеңі студенттер лабораториялық жұмыстарды істеу кезінде алатын білімі болып табылады, ол білім криптожүйелердің жеке элементтерін жасайтын теориялық ережелер мен қарастырылған алгоритмдерді практикада сынауға мүмкіндік береді. Лабораториялық жұмысты орындау үшін келесі тақырыптар таңдалған:

- Деректерді шифрлеу қарапайым әдістері. Алмастыру, ауыстыру мен полиәліпбилік шифрлер.
- Жалған кездейсоқ сандар генераторы көмегімен шифрлеу.
- Ашық кілтті шифрлеу алгоритмдері. RSA алгоритмі.
- Документте электронды қолтаңба жасау.
- Паролдік қорғауды жүзеге асыру.

Кейбір жұмыстарды студенттер индивидуалдық тапсырма ретінде істей алады. Бұндай жұмыстар криптоаналитикалық тапсырмалар элементтерінен, шифрлеудің өзіндік жүйелерін құрау және оларды крипто тұрақтылыққа тексеру, шифрлеу үшін ең жақсысын таңдау. Бұл жұмыстар студенттерге криптографиялық жүйелердің әрекет ету принциптерін жақсырақ түсінуге мүмкіндік береді.

«Ақпаратты қорғау негіздері» пәнін оқыту әлі күнге дейін шешілмеген мәселелердің көзін ашты. Қазіргі кезде әдебиеттің көп саны бар болғандығына қарамастан, бұл бағыт бойынша оқулықтар, оқу құралдары жоқ. Көбінесе компьютермен пираттық бағдарламалық қамтама стереотипі қалыптасып қалған, лицензиялық бағдарламалармен пайдаланатындар сирек кездеседі. Бұл пәнді оқыту кезінде әсіресе студенттерді ақпаратпен де, оларды сақтауға әрі өңдеуге арналған бағдарламалармен де жұмыс істеуді үйрету керек. Университет шегінде нағыз әрекет ететін лицензиялық криптографиялық жүйелер көмегімен лабораториялық жұмыстарды күшейтетін мүмкіндік жоқ. Антивирустық бағдарламалық өнімдер таңдауы мен құралдары да аз. Бұл мәселе студенттерге бағдарламалық қамтама мен ақпарат сақталған файлдарды тексерген кезде қайсысы ыңғайлырақ және тиімдірек екенін практикалық салыстыру мен таңдау мүмкіндігін бермейді.

Ұсынылып отырған бағыттама біздің ойымыз бойынша курстың методикалық қамтамасының негізін құрай алады, өйткені ол қорғаудың мәселелерін зерттеген кезде туындайтын барлық аспектілерді ескереді. Курстың дамуы келесі бағыттармен жалғасуына болады:

- Курстық жобалау жүргізу, бұл дегеніміз студенттерге қазірде бар криптожүйелердің жұмысын талдау және жеке элементтерін өздігінен жасауға жәрдем ету.
- Практика бағдарламасына ақпаратты қорғау мәселелерін қосу
- Дипломдық жобалауда бағдарламалық қамтамалар жасаған кезде, сонымен қатар техникалық есептерді шешкен кезде ақпаратты қорғаудың арнайы мәселелері деген бөлімді ерекшелеу.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Девянин П.Н. Теоретические основы компьютерной безопасности. Учебное пособие для вузов. М. Радио и связь. 2000.

[2] Новиков А.А. , Устинов Г.Н. Уязвимость и информационная безопасность телекоммуникационных технологий. Учебное пособие. М. Радио и связь, - 2003.

[3] Тунгусов А.А. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Защита аудиовизуальной и компьютерной информации» Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. 2005.

[4] Программно-аппаратные средства обеспечения информационной безопасности. Защита программ и данных: Учебное пособие для вузов / П.Ю. Белкин, О.О. Михальский, А.С. Першаков и др. - М.: Радио и связь, 2000.

Курмангельдиева Р.Б, Махашева А.К

«Основы защиты информации» методическое обеспечение дисциплины

Аннотация. В статье рассматриваются следующие примеры: Почему возникла необходимость обучения дисциплины "Основы защиты информации", что необходимо рассмотреть в этом предмете и какие вопросы не рассмотренны во время учебы. Задачей обучения предмета "Основы защиты информации" является исследование теоретического и практического метода защиты студентов от использования неразрешенных данных в ЭВМ, кражи, уничтожение и хранение информации в вычислительных сетях и подробных попыток.

Ключевые слова. Основы защиты информации, защиты для хранения информации, проблемы защита информации.

Kurmangeldieva R.B, Mahasheva A.K.

"Information Security Fundamentals" methodical maintenance of discipline

Summary. This article discusses the following examples: Why is there a need for training in the discipline "Fundamentals of information protection" that should be considered in this subject, and what questions not addressed during the study.

In the field of "information network" and "Information" bachelors and masters the subject "Fundamentals of information protection" discussed teaching methods.

The aim of the subject of study "Fundamentals of information protection" is to study the theoretical and practical method to protect students from Unauthorised data into a computer, theft, destruction and storage of information in computer networks and detailed attempts.
Keywords. Information Protection Basics, protection information storage,information protection problems

УДК: 537.612

Ж.А. Жумагулова, Ә.Қ. Жумабаев, А.З. Нурмуханова, Э.М. Зульбухарова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті
Алматы қаласы, Қазахстан Республикасы)

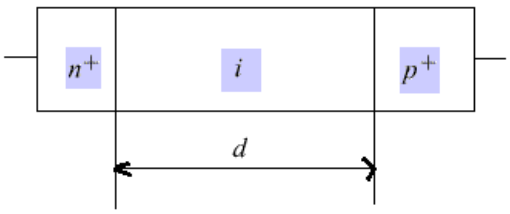
МАГНИТОДИОДТАРДЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

Түйіндеме. Жұмыста магнитодиодтардың сипаттамалары көрсетілген. Сондай-ақ магнитодиодтардың вольт-амперлік сипаттамалары және магнит сезгіштігі, магнитодиодтың темпереТуралық, жиіліктік және шуылдық сипаттамалары көрсетілген. Магнитодиод - p-n- өткелі және арасында жоғары омдық шала өткізгішті аймағы орналасқан түзулемейтін контакты бар шала өткізгішті құрылғы. Магнитодиодтар функциональды-бағытталған магнитті датчиктерде сезгіш элементтер ретінде қолданылады: айналудың жылдамдығы және бағыты, айналу бұрышы және “бұрыш-код” типті түрлендіргіштерде және т.б.
Кілттік сөздер: вольт-амперлік сипаттамасы, магнит, магнит өрісі, температуралық сипаттамалары, жиіліктік сипаттамалары, магнитодиодтың құрылымы.

Әсер ету принципі магниттік эффектке негізделген магниттік өрістің түрлендіргіші магнитодиод деп аталады.

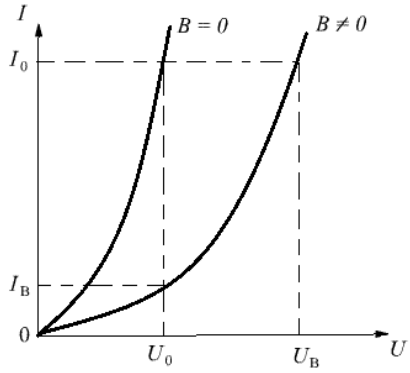
Магнитодиодтар вольт-амперлік сипаттамасы магниттік өріс әсерінен өзгеретін шала өткізгішті құрылғылар болып табылады. Кәдімгі шала өткізгішті диодтардың базасы жіңішке болады және магнитік өріс вольт-амперлік сипаттамасын шамалы өзгертеді [1]. Ал магнитодиодтардың базасы жуан ұзын болып келеді, онда ток жолының ұзындығы базаға инжектрленген тасымалдаушылардың диффузиялық ұзындығынан айтарлықтай көп болады. Әдетте базаның ені бірнеше миллиметрді құрайды. Бұл жағдайда базаның кедергісі p – n өткелдің тура кедергісімен өлшемдес. Магниттік өрістің көлденең индукциясын көбейткен кезде базаның кедергісі айтарлықтай өседі. Сонымен бірге диодтың толық кедергісі де өседі, және тура ток азаяды. Токтың мұндай азаюы кернеуді қайта тарату кезінде жүзеге асады, демек базадағы кернеу құлауы көбейеді және сәйкесінше p – n өткелдегі кернеу азаяды, сонымен қоса ток та азаяды.

Магнитодиод негізінде магниттік өрісте тепе-тең емес өткізгіштігі бар шала өткізгішті орналастыру кезінде айда болатын магнитодиодық эффект жатыр. Магнитодиодтық эффект тура және теріс тепе-тең емес өткізгіштік жасалынған кез-келген шала өткізгішті құрылымда байқалуы мүмкін (сурет-2) [2].



1-сурет. Магнитодиодтың құрылымы

Әдеттегі шала өткізгішті диодтардан магнитодиодтың айырмашылығы оның жоғары омды шала өткізгіштен жасалынуы болып табылады. Оның өткізгіштігі магнитодиодтың өткізгіштігіне өте жақын болады, ал базаның ұзындығы тасымалдаушылардың диффузиялық орналастыру ұзындығынан бірнеше есе көп болады. Сурет 2-де магнитодиодтың вольт-амперлік сипаттамасы көрсетілген [2].



2-сурет. Магнитодиодтың вольт-амперлік сипаттамасы

Инжекцияның жоғары деңгейлері кезіндегі магнитодиодтың өткізгіштігі базаға инжектрленген тепе тең емес тасымалдаушылармен анықталады. Кернеудің құлауы диодтағыдай p-n өткелде емес жоғары омды базада жүзеге асады. Егер ток ағып өтетін магнитодиодты көлденең магниттік өріске орналастыратын болсақ, онда базаның кедергісі үлкейеді. Бұл магнитодиод арқылы өтетін токты азайтады (сурет-2).

Магнитодиодтардың қасиеттері вольттік және токтық магнит сезгіштігімен сипатталады.

Вольттік магнит сезгіштік γ_U магниттік өрісті 1 мТл-ға өзгерту кезіндегі кернеудің өзгеруімен және магнитодиод арқылы өтетін токтың тұрақты мәнінде анықталады [3].

$$\gamma_U=\left(\frac{\Delta U}{\Delta B}\right) \qquad (1)$$

Мұндағы, ΔU - магнитодиодтағы кернеудің өзгерісі, ΔB – магниттік өрістің индукциясының өзгерісі.

Токтық магнит сезгіштік γ_I магниттік өрісті 1 мТл-ға өзгерту кезіндегі токтың өзгеруімен және магнитодиодтағы кернеудің тұрақты мәнінде анықталады [3].

$$\gamma_I=\left(\frac{\Delta I}{\Delta B}\right) \qquad (2)$$

Мұндағы ΔI– магнитодиод арқылы ағып өтетін токтың өзгерісі.

Сонымен магнитодиодтардың қасиеттері кернеу және ток бойынша магнит сезгіштігімен сипатталады екен.

Әдетте беттік рекомбинацияның үлкен жылдамдықтарында тасымалдаушылардың өмір уақыты магниттік өрістің мәнінен тәуелділігі байқалады. Егер беттік рекомбинацияның жылдамдығы екі гранда бірдей болса, онда тасымалдаушылардың өмір уақыты магниттік өрістің үлкеюімен азаяды. Егер бір гранда беттік рекомбинацияның жылдамдығы екіншісіне қарағанда көп болса, онда тасымалдаушылардың ауытқу кезінде біріншіде өмір уақыты азаяды, екіншіде көбейеді. Осыған сәйкес диффузиялық жылжудың да ұзындығы өзгереді. Егер эффективті өмір уақыты айтарлықтай көп болса, онда ол қозғалғыштықтың өзгерісінің және ток сызығының қисаю әсерін арттырады және магнитодиодтың магнит сезгіштігін анықтайды.

Кремнийлік жазық магнитодиодтарда температуралық тұрақтылық жоғары болады және германийлік магнитодиодтарға қарағанда температуралық жұмыс диапазоны үлкен болады. Токтың температурадан тәуелділігінің B = 0 сипаттамасы күрделі болап табылады. Инжекцияның аз деңгейлерінде (I≤1 мА) температура өссе ток та өседі, яғни тура температуралық тәуелділік. Инжекцияның үлкен деңгейлерінде (I=3 мА) температура өссе ток кемиді, яғни инверсті температуралық тәуелділік.

Магнитодиодтық эффектің мәні магнит өріс өзгерген кезде тасымалдаушылардың концентрациясын өзгерту болып табылады.

Магнитодиодтың электрлік сипаттамасы магнитодиод арқылы ағып өтетін токтың тұрақты мәндерінде магнитодиодтағы бастапқы тура кернеу U_F мәнімен анықталады, мысалы, 1 немесе 3 мА, сондай-ақ кернеу бойынша магниттік өріске магнитодиодтың сезгіштігімен k_U анықталады.

Магнитодиодтың сезгіштігі магниттік өрісте $U_м$ магнитодиод кернеуінің тура құлауларының айырмасының магниттік өріс В мәніне қатынасымен анықталады [4].

$$k_u = \frac{U_м - U_0}{B} \quad (3)$$

Магнитодиодтардың сезгіштігі ол арқылы ағып өтетін токтың мәніне тәуелді, және ток жоғарылаған кезде магниттік өріске магнитодиодтардың сезгіштігі өседі.

Магнитодиодтың негізгі электрлік сипаттамасына жиілік диапазондары F мен кері максималды кернеуді $U_{обртах}$ жатқызуға болады.

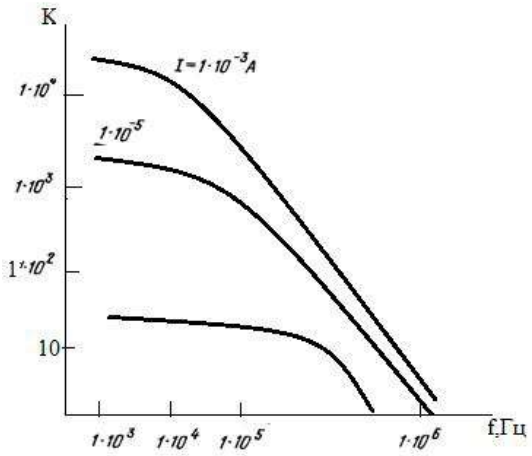
Қазіргі таңда магнитодиодтардың жасалу технологиясымен және безендіру құрылысымен ерекшеленетін кең тізімдемесі бар. Магнитодиодтарды жасап шығару кезінде еріткіш, биполярлы, МОП және басқа да технологиялар қолданылады.

Ал германийлік магнитодиодтардың артықшылығы қорек көзінің төмен температурасында меншікті магнит сезгіштігінің жоғарылығы болып табылады. Бұл магнитодиодтардың өте жоғары сезгіштігі жүктеме кедергісінің жоғарғы мәндерінде болады (Rн = 1-100 МОм), бірақ бұл кезде уақыт тұрақтылығы көбейіп кетеді және қорек кернеуі жоғарылайды.

Германийлік магнитодиодтардың негізгі кемшілігі эксплуатацияның төмен шектік температурасы болып табылады.

Магнитодиодтардың шуыл деңгейі шуыл коэффицентімен К сипатталады, ол флуктуацияның жылулық шуылдардың амплитудасының қатынасымен анықталады.

Сурет 3-те тура токтың әртүрлі мәні кезіндегі шуыл коэффицентінің жиіліктік тәуелділігі көрсетілген. Төменгі жиілік аудандарында К шамасы жиіліктен тәуелсіз болады. Сонымен бірге токтың I≈10^{-3} А ауданында магнитодиодтың шуыл деңгейі жылулық шуыл деңгейінен көп болады [5].



3-сурет. B=0 кезінде шуыл коэффицентінің жиіліктен тәуелділігі

Магнитодиодтар кернеуіне байланысты бірнеше түрде шығарылады: КД301А – КД301Ж, КД303А – КД303Ж, КД304А-1 – КД304Ж-1, КД304А1-1 – КД304Ж1-1.

Жоғарыда айтылғаннан түсінікті болғандай, магнитодиодтарды қолдану үшін магниттік өрістің тұрақты немесе айнымалы қорек көзі қажет. Мұндай қорек көзі ретінде магниттер мен электромагниттер қолданылады. Магнитодиодтарды ток сызықтары шала өткізгішті құрылымның бүйір гранларына перпендикуляр болатындай етіп орналастыру керек.

Тізбектей жалғанған кезде магнитодиодтар жұмыс істейді. Магнитодиодтарды эксплуатациялау қажет болғанда қоршаған ортаның ылғалдылығы 98% -ға дейін және температурасы 40 °С болатын қосымша саңылаусыздандыру керек.

Магнитодиодтар төменде көрсетілген құрылғыларда қолданылады:

- Контактысыз клавиатура;
- Қолғалатын заттардың датчиктері;
- Тұрақты ток датчиктері;

- Токтың контактысыз релесі;
- Ақпаратты санауға арналған құрылғы;
- Магнит өріс түрлендіргіштері;
- Көмір түрлендіргіштер;
- Тұрақты токтың коллекторсыз двигательдері;
- Магнитодиодты күшейткіштер;
- Деңгей релесі;
- Әртүрлі электрлік емес шамаларды өлшеу және басқару үшін.

Магнитодиодтардың сипаттамаларын зерттеу көрсеткендей, соңғы жылдары магнитоэлектрониканың қатты дамуы гальваномагниттік құрылғылардың мынадай артықшылықтарымен анықталады, олар кіріс және шығыс шынжырлардың шешілуімен, аз механикалық ауыстыруларды электрлік сигналдарға контактысыз түрлендіру, магнит өрісінің индукциясы, магнит сезгіштік қаситетердің кернеуден және токтан тәуелділіктерін анықтадық.

Магнитодиодтардың сипаттамасын зерттеу оларды екі сұйық ортаның бөліну деңгейін анықтауда да қолдануға болатындығын, дегенмен сипаттамаларын толығымен зерттеп алу қажеттігін көрсетті.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Магнитодиодтар, магнитотранзисторлар және олардың қолданылуы / Егиазарян Г. А., Стафеев В. А. – М. : Радио и связь, 1987. – 468 с.

[2] Направление совершенствования датчиков перемещений и частоты вращения разработки НИИ физических измерений / Трофимов А. А . Актуальные проблемы ракетно-космического приборостроения и информационных технологий : сб. материалов науч. техн. конф. – М.: РНИИКП, 2007. – С. 79–88.

[3] Магнитодиод негізіндегі айналу жиілігі датчиктері / Дмитриенко А. Г. , Трофимов А. А. // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2013. – № 2(4). – С. 38–43.

[4] Микромагнитоэлектроника / М. Л. Бараночников // Том 1. 2001. – 10-15с.

[5] Гальванамагниттік құрылғылар / Викулин И. М // -1983. - 254-280с.

Жумагулова Ж.А., Жумабаев Ә.Қ., Нурмуханова А.З., Зульбухарова Э.М.

Исследование характеристик магнитодиодов

Аннотация: В работе приведены характеристики магнитодиодов. Привидено также вольт-амперная характеристика магнитодиодов и магниточувствительность, температурные, частотные и шумовые характеристики магнитодиодов. Магнитодиод -это полупроводниковый прибор с p-n-переходом и невыпрямляющим контактом, между которыми находится область высокоомного полупроводника. Магнитодиоды применяются в качестве чувствительных элементов в функционально-ориентированных магнитных датчиках: скорости и направления вращения, угла поворота и преобразователях типа «угол-код» и т.п.

Ключевые слова: вольт-амперная характеристика, магнит, магнитное поле, температурные характеристики, частотные характеристики, структура магнитодиода.

Zhumagulova J.A., Zhumabayev A.K., Nurmuhanova A.Z., Zulbuharova E.M.

Study of the characteristics of magnetodiodes

Summary: The paper presents characteristics of the magnetodiodes. Prividitsya are also volt-voltage characteristic of the magnetodiodes and the magnetic sensitivity, temperature, frequency and noise characteristics of the magnetodiodes. The magnetodiodes is a semiconductor with p-n-transition and neveranswer contact, between which is an area of high resistance semiconductor. Magnetodiodes are used as sensitive elements in the function-oriented magnetic sensors speed and direction of rotation, angle of rotation and the converters of the "angle-code", etc.

Key words: the volt-ampere characteristic, magnet, magnetic field, temperature characteristics, frequency characteristics, the structure of magnetodiodes

УДК: 006.015.5

С.С. Рүстемова, А.З. Нұрмұханова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті
Алматы қаласы, Қазахстан Республикасы)

ҒЫЛЫМИ-ЗЕРТТЕУ МЕКЕМЕЛЕРІНЕ САПА МЕНЕДЖМЕНТІ ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Түйіндеме. Жұмыста сапа менеджменті жүйесін ғылыми-зерттеу мекемелеріне енгізу процесіне қатысты мәселелерге кең түрде шолу жасалынды. Зерттеу нәтижелері бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстарына сапа негіздерін енгізудің өзіндік ерекшеліктері бар екендігін және осы салада сапа менеджменті жүйесін енгізудің де өз өзгешелігі жоқ еместігін көрсетті. Мәселелерді ашып көрсетті және оларға сапа менеджменті жүйесін енгізу тұрғысынан көзқараспен қарау қажеттігі пайымдалды. Ғылыми-зерттеу орындарының негізгі іс-әрекет саласының ішінен: а) Ғылыми іс-әрекет; б) Өндірістік іс-әрекет; в) Басқару жүйесі іс-әрекеттері бөліп көрсетілді. Осы салалар жеке-жеке қарастырылды. Әр салаға сапа менеджменті жүйесін енгізудің өзіндік ерекшеліктері ғылыми түрде зерттелді. Зерттеу нәтижелері бойынша ғылыми-зерттеу мекемелеріне сапа менеджменті жүйесі элементтерін енгізудің әбден мүмкін екендігі көрсетілді.

Кілттік сөздер: Сапа менеджмент жуйесі, ғылыми-зерттеу мекемесі, басқару жүйесі, ондірістік орын, стандарт, қызмет, шығын, үрдіс.

Қазіргі уақытта бүкіл әлемдегі кәсіпорындар, оның ішінде Қазақстанда да бар, ИСО 9000 стандарттары негізінде сапа басқару жүйесін ендіруде. Өндірістік кәсіпорындар үшін қолданылатын сапа жүйесінің моделі және оны ендіру алгоритмі жақсы жасалған және зерттелген. Алайда, сапа басқару жүйесіне тек қана кәсіпорын-өндірушілер ғана қызығушылық танытып жатқан жоқ, сонымен бірге білім және ғылым ордалары да үлкен қызығушылық танытуда. Ғылыми-зерттеу мекемелеріне сапа менеджменті жүйесін ендірудің бір мысалы ретінде: «Курчатов институті» Ресей ғылыми орталығы, физикалық өлшеулердің ҒЗИ (Пенза қаласы), Интроскопия ҒЗИ және т.б (айта кететін нәрсе, біздің мысалы ретінде Ресей ғылыми-зерттеу мекемелерін алуымыз болып табылады) [1-5]. Ғылыми-зерттеу мекемелерінде (ҒЗМ) сапа жүйесін ендірудің негізгі мақсаттары:

- жаңа тапсырыс берушілерді және тұтыну нарықтарын іздеу, оның ішінде халықаралық;
- институттың дамуының және өркендеуінің ұзақ мерзімді стратегиясын жасау және жүзеге асыру;
- шығындардың барлық түрлерінің қысқартылуы;
- технологиялық және орындаушылық тәртіптерді жоғарлату;
- барлық үрдістердің ұйымдастырылуы және реттелуі;
- өнімді сертификаттаудың қажеттілігі;
- іс-әрекеттің жекелеген түрлерін лицензиялау болып табылады.

Ғылыми-зерттеу мекемелеріне сапа менеджменті жүйесін енгізу тақырыбындағы зерттеулердің өте аз екендігін көрсете кеткеніміз жөн. Тәжірибе көрсеткендей өндірістік кәсіпорындарға сапа менеджменті жүйесін жасау және ендірудің әдістемесін ғылыми-зерттеу мекемелеріне пайдалану қиындық туғызады. Ғылыми-зерттеу жұмыстарына сапа негіздерін енгізудің өзіндік ерекшеліктері бар және осы салада сапа менеджменті жүйесін енгізудің де өз өзгешелігі бар деп айтуға болады. Осыған байланысты, айтылған мәселенің ерекшеліктерін ашып көрсетіп және оларды сапа менеджменті жүйесін енгізу призмасы тұрғысынан қарастыру қажет. Ғылыми-зерттеу орындарының негізгі іс-әрекет саласының ішінен:

- ғылыми іс-әрекет;
- өндірістік іс-әрекет;
- басқару жүйесі іс-әрекетін бөліп көрсетуге болады.

Ғылыми-зерттеу мекемелерінің қызметтерінің негізгі ерекшеліктері 1-ші кестеде келтірген.

1-кесте. **Іс-әрекет саласына сәйкес ғылыми-зерттеу орындарының ерекшеліктері**

Ғылыми іс-әрекет	Өндірістік іс-әрекет	Басқару іс-әрекет
Ғылыми-зерттеулер процесстерін формалаудың қиындығы	Аналогтары жоқ, бірегей құрал-жабдықтардың өндірісі	Еңбекті ұйымдастырудың жобалық жүйесі
Жүргізілетін ғылыми зерттеулердің, зерттеушінің тұлғалығынан тәуелділігінің жоғарғы дәрежесі	Өндірілетін ғылыми-сыйымдылықты өнімнің сипаттамасының тұрақсыздығы	Ғылыми-зерттеу мекемелеріне негізгі құндылықтарының материалды емес сипаты
Соңғы өнім мен зерттеушінің үлесі арасындағы айқын қадағалаудың болмауы	Ғылыми сыйымдылық-ты өнімі құрудың барлық кезеңдеріне тапсырыс берушінің кең түрде қызықтырылуы	Бөлімшелер арасындағы өзара қарым-қатынастың қиын жүйесі
Ғылыми-зерттеу мекемелеріне жүргізу барысындағы тәуекелділіктің жоғары үлесі	-	Құжат айналымының көпдеңгейлік жүйесі

Ғылыми-зерттеу мекемелерінің негізгі түрі-фундаментальды және қолданбалық зерттеулерден тұратын, ғылыми-зерттеулерді жүргізу болып табылады. Ұйым іс-әрекеттерінің негізгі үрдістерін айқындау және олардың құжаттық сипаттамасы, сапа менеджменті жүйесінде негізгі талаптарының бірі болып табылады. Сонымен қатар ғылыми-зерттеу мекемелерінде жүргізілетін, ғылыми-зерттеулердің, зерттеушінің тұлғалылығынан тәуелділігі өте жоғары. Ғылыми-зерттеу мекемелерінде көшбасшының, яғни ұжымды өзімен бірге жаңа ашылулармен жеңістіктерге апаратын адамның рөлі өте маңызды. Осы орайда ғылыми-зерттеу процессінде көшбасшының рөлі, басшылықтың, көшбасшылықтың, жетекшіліктің жауапкершілік принципін көрсететін ИСО 9001:2008 стандартының идеологиясына толығымен сәйкес келеді. Ғылыми іс-әрекеттің ерекшелігі - бұл ғылыми-зерттеу мекемелерінде білім берудің құрамдас бөліктерінің болуы. Білетініміздей көптеген ғылыми-зерттеу институттары білім беру орындарының құрамына кіреді және өздерінде оқытатын кафедралар немесе зертханалар болады. Ғылыми-зерттеу орындарында зертханаларының және бөлімдерінің ғылыми қызметкерлері, тағы бір қызметті яғни білім беруді жүзеге асыратын мұғалімдері болады. Сонымен, сапа жүйесін жасау барысында ғылыми қызметпен бірге, білім беру құрамында қарастыру керек. Білім беру қызметінің процесін сипаттағанда неміс, ағылшын, америка және Ресей оқу орындарында жинақталған, үлкен тәжірибені ескеру керек.

Өндірістік іс-әрекетте де ескерілетін бірнеше ерекшеліктер бар. Ғылыми-зерттеу орталығының құрамында бірегей аналогтары жоқ құрал жабдықтар өндірілетін өзіндік тәжірибелі өндірісі болады. Ғылыми сыйымдылықты өнімді өндіру саласында, өндірістік ұйымдарды сапа жүйесін ендірудуің көп жылдық тәжірибесі қолданылуы мүмкін. Алайда, ғылыми-зерттеу орындары өндірілетін ғылыми сыйымдылықты өнім, бірегейлігімен қатар, бір-бірінен техникалық сипаттамасы бойынша ерекшеленеді. Бұл айғақ, өндірілетін өнімнің техникалық параметрі уақыт бойынша тұрақты болатын, сапа жүйесі принципіне қайшы келеді. Сапа жүйесі бұл тұрақтылыққа кепілдік беруі қажет. Басқа жағынан, техникалық сипаттамалардың тұрақтылығын қамтамасыз ету талабымен, тапсырыс беруші шағымданады. Бұл қарама-қайшылық ИСО 9000:2000 стандарттарын жасау және ендіру кезінде шешілуі қажет.

Өндірістік қызметтің келесі ерекшелігі, ғылыми сыйымдылықты өнімді жасау процесіне тапсырыс берушіге кең түрде тарту болып табылады. Ол ғылыми - зерттеу жүйесі кезеңінен басталады және іске қосу жұмыстарына дейін жалғасады. Білетініміздей, тапсырыс беруші, басында, өзінің не қалайтынын білмейді және болашақ өнімге қоятын талабын жалпы сөз ретінде көрсетуі мүмкін. Тапсырыс берушінің ғылыми сыйымдылықты өнімді құру процесіне үздіксіз қатысуы, оның барлық талаптарын максималды ескеруге және бұйымды нақты тұтынушыға лайықты жасауға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда ғылыми-зерттеу орындарында маңызды артықшылығы жатыр және осының арқасында ИСО 9000:2000 стандартының маңызды принципі “Тұтынушыға акцент” жүзеге асырылуы мүмкін.

Ғылыми-зерттеу мекемелерінің қызметінің соңғы саласы, басқару жүйесі болып табылады. Басқару жүйесінің негізгі артықшылығы – бұл еңбекті ұйымдастырудың жобалық формасы. Ғылыми іс-әрекет, басқа қызмет сияқты емес өмірдің жобалық стиліне жатады. Кез келген жоба, нақты айқындалған басы (кіру) және соңы (шығу) бар іс-әрекеттің жобалар мен ресурстарды басқаруға мүмкіндік беретін, белгілі бір іс шаралар жүйесінің уақыт бойынша шектелуін жорамалайды. ИСО

10006 стандарттарына негізделген жобалық көзқарасты қолдану, процесстерді эффектифті басқару үшін ғылыми-техникалық іс-әрекеттің процессін қажетті мөлшерде формалау арқылы сипаттауға мүмкіндік береді. Басқару жүйесінің екінші ерекшелігі ғылыми - зерттеу орнының негізгі құндылықтарының материалды емес сипаттамасы болып табылады. Мұндай құндылықтар ретінде ең алдымен адам және ақпараттық ресурстары жатады. Қызметкерлер мен және біліммен жинақталған ақпараттық ресурстарды эффективті басқару 1-кезекті және ғылыми-зерттеу мекемелерінің жоғарғы басшылығының беделді мәселесі болып келеді. Қызметкерлердің біліктілігін үнемі жоғарылатып отыру қажет және мұны жоспарлы түрде орындау қажет. Бұл мақсаттарға ИСО 9000 стандарттарында жоспарлауда, оқытуда және жүргізілген оқытудың эффективтілігін келесі түрде талдауда туындайтын қажеттіліктерді айқындау бойынша белгілі бір іс шаралар қарастырылған. Осы жағдайда ИСО 9001:2008 стандартының талаптары ғылыми-зерттеу мекемелеріндегі жұмыс шарттарына толығымен сәйкес келеді. Бірақ, стандарт сапа жүйесін ендіруде қажетті білімді басқару процессі туралы ештеңе айтпайды. Білім менеджменті білім және ақпараттың идентификациясынан олардың эффективті пайдаланылуы, сақталуы және қорғалуы туралы мәліметтерден тұруы қажет. Келесі ерекшелік ғылыми-зерттеу орындарында құрылымдық бөлімшелері арасындағы өзара қарым-қатынастың қиын жүйесі. Тәжірибеде бұл, бөлімшелердің бір-бірінен кейбір бөлектену өзгешеліктерімен және «Басқалардың мәселелеріне» назар аударуға ниетсіздікпен көрсетіледі. Мұндай өзгешелікті анықтайтын негізгі фактор - бөлімшелердің бір-бірінен секілді, әкімшіліктен қаржылық тәуелсіздігі болып табылады. Англия мен АҚШ-тың бір ғана айырмашылығы бар. Ол - ағылшын тілі дейтін ағылшын мақалын қайта өңдеп ғылыми-зерттеу орындарында бөлімшелердің тек қана ортақ тарихы мен территориясын біріктіреді деп айтуға болады. Әрине бұл жағдай бүкіл ұйымның бір жаны және мақсатын құруға әрекет етпейді. Сондықтан ғылыми-зерттеу орындарының басшылығына сапа жүйесін құру барысында бұл жағдайға бірінші дәрежелі көңіл аударуы керек. Бұл мәселені шешудің бір әдісі ИСО 9000:2008 стандартында келтірілген көзқарас болып табылады. Бұл көзқарас - барлық бөлімшелердің өкілдерінің, сондай-ақ, бөлімшелер менеджерлерінен құралған сапа бойынша кеңесті ұйымдастыру бірлесе қатысу кезінде сапа жүйесінің негізін салушы құжаттарын жасау деп түсіндіріледі. Басқару жүйесінің соңғы ерекшелігі бұл құжаттамалардың көп деңгейлі жүйесі. Ол құжат айналымы жүйесінің әртүрлі деңгейінің болуын тұспалдайды. Құжат айналымының жоғарғы деңгейінде ғылыми-зерттеу орнының барлық шеңберінде, барлық құрылымдық бөлімшелерінде (ғылыми, әкімшілік-шаруашылық, қаржылық және т.б) болатын құжаттар болып табылады. Келесі деңгейінде жекелеген бөлімшелер шеңберінде жұмыс жасайтын құжаттамалар болады. Бұл құжаттар қызметтің ерекше түрін сипаттайды. Және ең соңында, соңғы үшінші деңгей-толассыз үрдісті сипаттайтын бірнеше бөлімшелер шеңберінде қолданылатын құжаттама. Ғылыми-зерттеу мекемелері құжаттамасының ерекшелігіне сәйкес, сапа менеджменті бойынша құжаттама жүйесінде жасау қажет. Сапа менеджменті жүйесін енгізу кезеңдері. Ғылыми-зерттеу мекемелерінде негізгі артықшылықтары мен ерекшеліктерін ескере отырып, Сибир сертификаттау орталығының (ССЦ) ТПУ ұжымы, Интерскопия ғылыми-зерттеу ұйымына ИСО 9001:2000 стандартына сай сапа менеджменті жүйесін жасау және енгізу бойынша жобаны орындауға кірісті. Ғылыми-зерттеу орнына СМЖ енгізу кезеңдерінің аттары және олардың кезектілігі, басқа кез-келген ұйымға енгізу кезеңдерінен ерекшеленбейді. Бірақ, біз жолықтырған мәселелер және оларды шешу жолдары қызықтыруы мүмкін [5-8].

Қорытынды

Жұмыста сапа менеджменті жүйесін ғылыми-зерттеу мекемелеріне енгізу процесіне қатысты мәселелерге кең түрде шолу жасалынды. Айтылған мәселелердің ерекшеліктері ашып көрсетілді және оларға сапа менеджменті жүйесін енгізу тұрғысынан көзқараспен қарау қажеттігі пайымдалды. Ғылыми-зерттеу орындарының негізгі іс-әрекет саласының ішінен: а) Ғылыми іс-әрекет; б) Өндірістік іс-әрекет; в) Басқару жүйесі іс-әрекеттері бөліп көрсетілді. Осы салалар жеке-жеке қарастырылды. Әр салаға сапа менеджменті жүйесін енгізудің өзіндік ерекшеліктері ғылыми түрде зерттелді. Зерттеу нәтижелері бойынша ғылыми-зерттеу мекемелеріне сапа менеджменті жүйесі элементтерін енгізудің әбден мүмкін екендігі көрсетілді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Димов Ю.В. Метрологияя стандартизация и сертификация. Учебник для вузов. 2-ое изд.- Спб.: Питер, 2004. - 432 с.

[2] Основы стандартизация, метрология, сертификации и менеджмента качества. Учебное пособие. Под.ред. Мырзабая М.М. -Алматы: Казахстанская ассоциация маркетинга, 2003. - 564 с.

[3] Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и сертификация: Учебник.- М.: Юрайт-Издаб, 2002. - 296 с.
[4] ҚР СТ 1384-2005 Сапа менеджменті жүйесі. ҚР СТ ИСО 9001 стандартын енгізу кезінде статистикалық әдістерді қолдану жөніндегі нұсқаулық.
[5] ҚР СТ ИСО 19011-2002 Сапа менеджменті жүйесін және (немесе) қоршаған ортаны қорғау жүйелерін тексеру бойынша жетекші нұсқаулар.
[6] ҚР СТ ИСО 9004-2001 Сапа менеджментінің жүйелері. Қызметті жақсарту жөніндегі ұсынымдар.
[7] ҚР СТ ИСО 9001-2001 Сапа менеджментінің жүйелері. Талаптар.
[8] ҚР СТ ИСО 9000-2001 Сапа менеджментінің жүйелері. Негізгі ережелер және сөздік.

Рустемова С.С., Нурмуханова А.З.

Особенности внедрения системы менеджмента качества в научно-исследовательские учреждения

Аннотация: В работе был проведен широкий обзор по вопросам процесса внедрения системы менеджмента качества в научно-исследовательские учреждения. По результатам исследований было показано, что есть свои особенности внедрения основ качества в научно-исследовательские работы и в этой области внедрение системы менеджмента качества также имеет свои особенности. Эти вопросы были детально изучены и была рассуждена необходимость рассмотрения этих вопросов с точки зрения внедрения системы менеджмента качества. Основными сферами деятельности научно-исследовательских заведений были показаны следующие: а) научная деятельность; б) производственная деятельность; в) деятельности системы управления. Эти сферы деятельности были рассмотрены по отдельности. Были научно исследованы особенности внедрения системы менеджмента качества в каждую сферу деятельности. По результатам исследований было показано, что внедрение элементов системы менеджмента качества в научно-исследовательские учреждения вполне возможно.

Ключевые слова: Система менеджмента качества, научно-исследовательские учреждения, деятельности системы управления, производственная деятельность, стандарты, услуги, затраты, процесс.

Rustemova S.S., Nurmuhanova A.Z.

Peculiarities of entering the management of quality to the institutes

Summary: It was examined carefully the problems of entering the management of quality to the institutes at work. According to the results of survey it was shown that the insertion of quality elemenys to the institute works possesses its peculiarities. The problems were seen clearly and discoursed the needs of inculcation the system of management of quality. It was shown the actions as a) scientific b) industrial c) supervising among the actions of the institute. These branches were discussed one by one. The features of insertion of quality management to the each division was explored scientifically. In accord with the results of survey, the entering the quality management elements to the institutes is conceivable.

Key words: System of management of quality, research establishments, to activity of control system, productive activity, standards, of service, expense, processes.

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

Байбатша Ә.Б., Дюсембаева К.Ш., Бекботаева А.А.
БӨРГЕЗСАЙ ТАСТАНДЫҚОЙМАСЫН (ЖЕЗҚАЗҒАН) КАРТАЛАУ БҰРҒЫЛАУ СЫНАМАЛАРЫ БОЙЫНША ЛАБОРАТОРИЯЛЫҚ ЗЕРДЕЛЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ 3
Әбдуғалиева Г.Ю., Иманғазин М.Қ., Жекеева У.А.
АҚТӨБЕ ОБЛЫСЫНДА МУҒОДЖАР КВАРЦ ҚҰМЫ КЕНОРНЫНДАҒЫ АПАТТАРДЫҢ ТУЫНДАУЫ МЕН ДАМУ ЖАҒДАЙЛАРЫН ЖӘНЕ ТӘУЕКЕЛДІЛІГІН БАҒАЛАУДЫ САРАПТАУ.... 9
Әліханов М.У., Джукебаев М.И.
ҚОРҒАСЫН-МЫРЫШ КЕНІН ІЗДЕУДЕГІ ЭЛКЕТРОБАРЛАУ ӘДІСТЕР КЕШЕНІ..... 15
Саипов А.А., Байболат Т., Изенбаев Б.Ж.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТАБИҒАТ РЕСУРСТАРЫ ЖӘНЕ ОНЫ ПАЙДАЛАНУ ДЕҢГЕЙІ. ТАБИҒАТ РЕСУРСТАРЫН ҚОРҒАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ..... 19
Изенбаев Б.Ж., Секенұлы А., Тасболат Б.
ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНЫҢ ТУРИСТІК КЛАСТЕР ТУРИЗМ САЛАСЫНЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУ ФАКТОРЫ РЕТІНДЕ..... 24
Ниязова Ш.В., Утеулина К.А.
КЕННІҢ ҮЙІНДІСІНЕ УЛЬТРАФИОЛЕТТІ СӘУЛЕ ӘСЕР ЕТУ..... 27
Бельдеубаева Ж.Т., Рахметуллина С.Ж.
ЖЕРАСТЫ СУЛАРДЫҢ КҮЙІҢ МОНИТОРИНГТЕУ АҚПАРАТТЫ-АНАЛИТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕНІҢ СӘУЛЕТІҢ ӘЗІРЛЕУ ӘДІСТЕМЕСІ..... 31

Техникалық ғылымдар

Абдуразова П.А., Сатаев М.С., Қошқарбаева Ш.Т.
МЕТАЛЛ ЖӘНЕ МЕТАЛЛ ЕМЕС БҰЙЫМДАРДЫҢ БЕТТЕРІНДЕ МЫС ГАЛИДТЕРІН ФОТОХИМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ҚОНДЫРУ ҮРДІСІН ЗЕРТТЕУ 36
Самигулина З. И., Саргужиева Н.Ж.
МҰНАЙ-ГАЗ ОБЪЕКТІЛЕРІН SCHNEIDER ELECTRIC ЖАБДЫҒЫНДА АВТОМАТТАНДЫРУ…… 39
Хабдуллин Ә.Б., Хабдуллина З.К., Хабдуллин А.Б., Хабдуллина Г.А.
ШИХТАЛЫ ПОЛЮСІ БАР СИНХРОННДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШ СИПАТТАРЫНЫҢ ЕСЕБІ «БАҒДАРЛАМАСЫН ДАЯРЛАУ»..... 45
Белослюдцев О.М., Узбеков Н.Б., Мусаев Е.М.
ЭЛЕКТРМАГНИТ ӨРІСІНІҢ МАГНИТТІ ҚҰРАМДАСЫНАН СІЛКІНІС НЫШАНДАРЫН ЖАНАМА ТӘСІЛДЕРМЕН АНЫҚТАУ..... 48
Баянбай Н. А., Ожикенов К. А., Куатканова Ж.Е., Адилов А. Е., Жалел Б.
ПИЛОТСЫЗ ҰШУ АППАРАТЫНДАҒЫ МУЛЬТИАГЕНТІК ҰШУДЫ БАСҚАРУ …… 57
Жалел Б.
СЫЗЫҚТЫҚ ҮЛГІНІҢ НЕГІЗІНДЕ ТІК ҰШЫП-ҚОНУ ҰШАҒЫНЫҢ БАСҚАРУ АЛГОРИТМІНІҢ СИНТЕЗІ..... 64
Бекбай А. Т., Алдияров Н.У., Ожыкенов К. А.
РОБОТ – МАНИПУЛЯТОРЛАРДЫ АЛГОРИТМДЕР СИНХРОНДАУ ТОБЫМЕН ЖҰМЫС ІСТЕУІ..... 71
Әділов А.И., Қуатқанова Ж.Е., Ожыкенов К.А., Баянбай Н.А.
РОБОТ-МАНИПУЛЯТОРМЕН БЕЙІМДЕЛГЕН АЛГОРИТМДЕРДІ БАСҚАРУДЫ ЗЕРТТЕУ..... 74
Жаркевич О.М., Нуржанова О.А.
БӨЛШЕКТЕРДІ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДЕ ЖЫЛУ БҮРКУ..... 84
Куатканова Ж. Е., Ожикенов К. А., Баянбай Н. А., Адилов А.Е.
ЖЕР ОРБИТА ЖЕРСЕРІКТЕРІНІҢ ЖҰЛДЫЗДАРЫ АЛГОРИТМДЕРДІ ҮНДЕСТІРУІ..... 89
Есмаганбетова А.Б., Даутканова Д.Р., Дуйсенбекова О.О.
(LADM) ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СТАНДАРТЫН ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ МЕМЛЕКЕТТІК ЖЕР КАДАСТРЫН ЖҮРГІЗУ ЖҮЙЕСІНДЕ ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІГІ..... 92
Дуаметұлы Б., Калауов Б.П., Даулеткулова А.С.
РЕАКТОРДЫҢ КСЕНОНМЕН ТҰРАҚТЫ УЛАНУЫН ЗЕРТТЕУ……... 96
Байхамурова М.О., Сатанов Ё.С.
ҚОЖА АХМЕТ ЯСАУИ КЕСЕНЕСІНІҢ ҚҰРЫЛЫС МАТЕРИАЛДАРЫНА ШОҒЫРЛАНҒАН ТҰЗДАРДЫ ЖОЮ ЖОЛДАРЫ..... 102
Абдуразова П.А., Сатаев М.С., Қошқарбаева Ш.Т.
ДИЭЛЕКТРЛІ БҰЙЫМДАРДЫҢ БЕТТЕРІНЕ АЛТЫН МЕТАЛЫН ҚОНДЫРУ ӘДІСІ 105

Шойман С., Болысбек А.
МИКРОЭЛЕМЕНТТЕРІ БАР ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ ҚОЛДАНУДЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ..... 109
Жақыпова Д.Е., Адырбайқызы Р.
ТІРІ СЫРАНЫ ДАЙЫНДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ..... 112
Иманкулова А.А., Кордакова Н.И.
АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ ИНДИКАЦИЯ ТӘСІЛІ..... 114
Өжікенов Қ.Ә., Михайлов П.Г., Күшегенова Ж.К., Айтимов М.Ж.
ФИЗИКАЛЫҚ ШАМА ДАТЧИКТЕРІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ МӘСЕЛЕЛЕРІ..... 116
Сериккалиев Е.Т., Бейсембаев А.А.
МАНИПУЛЯЦИОНДЫ РОБОТТЫҢ ГИДРОЖЕТЕГІН MATLAB ЖҮЙЕСІНДЕ МОДЕЛЬДЕУ..... 122
Калбаев А.С.
ШАР КРАНЫ ҚҰБЫРЫНЫҢ ЖҰМЫСЫН ТАЛДАУ..... 127
Мунсызбаева С.К., Шайханова А.К.
РЕТТЕУІШ ЖОБАСЫНЫҢ МЫСАЛЫНДАҒЫ МІМО-БАСҚАРУДЫҢ ІРГЕЛІ ШЕКТЕУЛЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 130
Жакипбаев Б.Е., Даулетияров М.С., Күлмаханова А.Ш., Жумагаликызы Г.
МАЙДА ҰНТАҚТАЛҒАН АЗ КЛИНКЕРЛІ ЦЕМЕНТТЕРДІ АЛУ МАҚСАТЫНДА ҚЫМБАТ ЖОҒАРЫ АЛИТТІ КЛИНКЕРЛЕР ЖӘНЕ ӨНДІРІС ҚАЛДЫҚТАРЫН ОҢТАЙЛЫ ПАЙДАЛАНУ..... 136
Умирзакова Г. А.
МАКАРОН ӨНІМДЕРІ ӨНДІРІСІНДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН ЖҰҚА ДИСПЕРСТІ СӘБІЗ ҰНТАҒЫНЫҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ..... 142
Қартбаев А.Ж.
ҚАЗАҚША МАШИНАЛЫҚ АУДАРУ ҮШІН СӨЗ ТІРКЕСТЕРІ КЕСТЕЛЕРІН ДҰРЫСТАУДЫ ЗЕРТТЕУ..... 149
Кәдірбеков М.Ж.
ЭЛЕКТРОКӨЛІКТЕРГЕ АРНАЛҒАН ҚУАТТАУ СТАНЦИЯСЫНЫҢ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ДАМЫТУ 153
Маратов А.А., Кошимбаев Ш.К.
КАТАЛИТИКАЛЫҚ РИФОРМИНГ ҚОНДЫРҒЫСЫНА АРНАЛҒАН НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІСІН ҚҰРАСТЫРУ..... 156
Жадрасын А.Ж., Карина П.К.
АВТОМАТТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІНДЕ МАҢЫЗДЫ КЕЗЕҢІ РЕТІНДЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕСТЕРДІ СИПАТТАУ..... 162
Омаров Т.І., Төлегенова К.Б., Бекенов Е.Т., Наурушев Б.К.
АЙНЫМАЛЫ КӨЛДЕНЕҢ ҚИМАЛЫ СЫРЫҚТЫН КЕЛТІРІЛГЕН ИНЕРЦИЯ МОМЕНТІҢ ЖӘНЕ БҰРЫШТЫҚ ҚАТАНДЫҒЫН АНЫҚТАУ..... 165
Изтелиева Р.А., Байболова Л.К., Альберто С.С., Кулажанов Т.К., Рскелдиев Б.А.
ҚОЯН КОНСЕРВІЛЕНГЕН САПА КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ СИПАТТАМАСЫ..... 170
Мукушев Б.А., Нурбакова Г.С., Исимов Н.Т.
МАТЕМАТИКАЛЫҚ МАЯТНИК ТЕРБЕЛІСІН MATHCAD ПАКЕТІ КӨМЕГІМЕН ЗЕРТТЕУ..... 175
Хабдуллин Ә.Б., Хабдуллина З.К., Хабдуллин А.Б., Хабдуллина Г.А.
ШИХТАЛЫ ПОЛЮСІ БАР СИНХРОННЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШ СИПАТТАРЫНЫҢ ЕСЕБІ» БАҒДАРЛАМАСЫН ДАЯРЛАУ»..... 179
Ыбырайымқұл Д.Т., Калтаев А., Сұлтанқұлов А.М., Айтжан А.Б.
ТЕМПЕРАТУРАНЫ РЕТТЕУДІҢ ТАБИҒИ ГАЗБЕН БАЛЛОНДЫ ТОЛТЫРУ ПРОЦЕСІНІҢ ТИІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 183
Мункебаева Н.А., Жолдыбаев К.С.
АТОМ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯЛАРЫНДА УРАН-ПЛУТОНИЛІ ЦИКЛДІ ($^{235}U - ^{239}Pu$) ЖЫЛУЛЫҚ НЕЙТРОНДЫ РЕАКТОРЛАРЫН ТОРИЙ-УРАНДЫ($^{232}Th - ^{233}U$) ЯДРОЛЫҚ ОТЫНДЫ ҚАЙТА ӨНДІРУ ЦИКІЛІНЕ АУЫСТЫРУ БОЛАШАҒЫ ТУРАЛЫ..... 189
Ахмедова Г.Р., Жаркимбаева Г.Б., Атанова О.В., Нам В.В.
ЖШС «Арал Газ» МЕКЕМЕСІНДЕ КІШІ КӘРІЗ СУ ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНУ..... 197
Қасымов А.О., Құттыбаева А.Е
МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ЖОБАЛАУ МЕН ЭМУЛЯТОР..... 202
Жаркимбаева Г.Б., Ахмедова Г.Р., Атанова О.В., Бахмагамбетова Г.Б., Нурланов А.А
АСПЕКТ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТ-ХОДОВ ТЭС..... 207
Достияров А.М., Умышев Д.Р., Туманов М.Е., Тютебаева Г.М.
ҮШБҰРЫШТЫ ТҰРАҚТАНДЫРҒЫШТАРДЫҢ АРТЫНДА БОЛЫП ЖАТҚАН ЖАНУ ҚҰБЫЛЫСЫНЫҢ САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ..... 211
Хабдуллин Ә.Б., Хабдуллина З.К., Хабдуллин А.Б., Хабдуллина Г.А.
ҚЫСҚА ТҰЙЫҚТАЛҒАН РОТОРЫ БАР ҚОЗҒАЛТҚЫШ СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ ЕСЕБІ..... 216

Жумабаева Л.О., Жукабаева Т.К., Mohamed Othman, Mavlankulov G., Suleimenova B.B.
ПАРАЛЛЕЛЬДІ ГРАММАТИКАЛАР ТИПТЕРІНІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ..... 225
Юлусов С.Б., Койжанова А.К., Суркова Т.Ю., Сукуров Б.М., Барменшинова М.Б.
КЕН ОРНЫН «АҚТОҒАЙ» АЛТЫНДЫ КЕН ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ…… 231
Урмашев Б.А., Сатыева С. М., Смайлов Н. К.
КӨМІРСУТЕГІНІҢ ЖАНУ МЕХАНИЗМІН CHEMICAL WORKBENCH БАҒДАРЛАМАСЫНДА ҚҰРАСТЫРУ ЖӘНЕ PRIME БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КОМПЛЕКСІНІҢ ФОРМАТЫНА АУДАРУ..... 237
Арыстанбаев К.Е., Апсеметов А.Т., Серкебаев Е.С.
ДӘРІЛІК ЗАТТАРДЫ ӨНДІРУ ПРОЦЕСТЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ОҢТАЙЛАНДЫРУ..... 244
Макешева К.К., Мұхамедәлі Қ.
ЭЛЕКТРОНДЫ СТЕТОСКОПТЫ ҚҰРАСТЫРУДЫҢ ӘДІСТЕРІ МЕН ТӘСІЛДЕРІНЕ ШОЛУ..... 248
Жомарткызы Г.
ОНТОЛОГИЯЛЫҚ ИНЖИНИРИНГ ЖӘНЕ БІЛІМДІ БАСҚАРУ..... 254
Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Байтукова А.М.
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ЖОБАЛАРДЫҢ САПАСЫН БАСҚАРУ…….. 259
Абжапбарова А.Ж., Бихимова Г.А., Олжабаева Р.С.
ЛОГИСТИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТТЕР АУТСОРСИНГІ..... 265
Байтұрғанова В.Қ., Хабай А., Кенжебекова А.А.
БЕЛГІЛІ ҚАРА ЖОЛАҚПЕН ЖҮРЕТІН РОБОТТЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ КӨРУ ЖҮЙЕСІ..... 269
Есенкулова Ж.Ж.
САПАҒА ЖЕТУДІҢ ЗАМАНАУИ МӘСЕЛЕЛЕРІ..... 273
Жанабаев З.Ж., Гревцева Т.Ю., Кожагулов Е.Т., Асилбаева Р.Б.
НАНОКЛАСТЕРЛІК ШАЛАӨТКІЗГІШТІК ҚАБЫРШАҚТАРДЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫНЫҢ МАСШТАБТЫ ИНВАРИАНТТЫ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ..... 276
Понятова М.А., Иманов Т.С., Ерёмин Д.И., Ягфарова Н.И., Турарбеков М.К.
ЖЕЛЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫСЫНА АРНАЛҒАН ӘУЕ АҒЫНЫНЫҢ ТУРБУЛЕНТТІЛІК ТАЛДАМАСЫ..... 284
Муслимова А.К., Жапарова А.Т.
АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ӨНДІРІСТЕРГЕ АРНАЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ИНФРАҚҰРЫЛЫМ ВИРТУАЛИЗАЦИЯСЫ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚҰРУ..... 291
Адилов Ж.М., Ерёмин И., Ягфарова Н.И., Желдиров А.П.
ӘДЕМДЕГІ ЖАҢҒЫРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІНІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ МЕН РЕНТАБЕЛЬДІК ДАМУЫ..... 296
Өжікенов Қ.Ә., Михайлов П.Г., Күшегенова Ж.К., Айтимов М.Ж.
МИКРОЭЛЕКТРОНДЫҚ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ДАТЧИКТЕРДЕГІ ӨЛШЕУІШ МОДУЛЬДЕРДІ МЕН СЕЗІМТАЛ ЭЛЕМЕНТТЕРДІ ДИАГНОСТИКАЛАУ МЕН БАҚЫЛАУДЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІН ЗЕРТТЕУ 299
Каржаубаев А.С.
ЖАЛПАҚ БАЛҚЫЛАУМЕН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРІЛГЕН ШОЙЫН ИІНДІ БІЛІКТЕРДІ ЭКСПЛУАТАЦИЯЛЫҚ СЫНАУ НӘТИЖЕЛЕРІ..... 303
Арипбаева А.Е., Мырхалыков Ж.У., Степанов С.Г.
ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ ӨРТ СӨНДІРУ ЖЕҢДЕРІН ЖОБАЛАУ САЛАСЫНЫҢ КЕЛЕШЕКТЕГІ ҒЫЛЫМИ БАҒЫТЫ..... 308
Құттықадамов М.Е., Байгурин Ж., Рысбеков К.Б., Спицын А.А., Құттықадамов Е.Е.
БИІК ҒИМАРАТТАР МЕН ИМАРАТТАРДЫ ЖЕР БЕТТІЛІК ЛАЗЕРЛІК СКАНЕРМЕН ТИІМДІ РАКУСТА ТҮСІРУ..... 312
Кудряшов В.В., Ильин А.М.
ДЕРБЕССІЗ ГАЗДЫҚ РАЗРЯДТАҒЫ КӨМІРТЕКТІ НАНОҚҰРЫЛЫМНЫҢ РАДИАЦИАЛЫҚ ТҮРЛЕНУІН АНЫҚТАУ..... 318
Хамит Ұ.Ғ., Ташенова Ж.М.
ИНТЕРНЕТТЕГІ АҚПАРАТТЫ ҚОРҒАУҒА БАҒЫТТАЛҒАН OPENVPN БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ӨНІМІНІҢ ОРЫНДАЛУ ПРИНЦИПІ..... 322
Базарбек А.С.
ПРОТОНДЫҚ ЖӘНЕ КӨМІРТЕК-ИОНДЫҚ ТЕРАПИЯЛАРДЫҢ GRAPHPAD БАҒДАРЛАМАСЫМЕН СТАТИСТИКАЛЫҚ САЛЫСТЫРМАСЫ..... 327

Физика-математика ғылымдары

Бакирова Э.А., Қадырбаева Ж.М., Кенжебаева К.П.
ЖӘЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН СЫЗЫҚТЫ КӨПНҮКТЕЛІ ШЕТТІК ЕСЕПТІҢ БІРМӘНДІ ШЕШІЛІМДІЛІГІ..... 332
Темирбеков Н. М., Тураров А. К.
ГАЗЛИФТ ҮРДІСІНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІНІҢ САНДЫҚ ШЕШІМІ..... 338
Шмыгалева Т.А., Купчишин А.И., Шмыгалев Е.В., Алтынбек Н.Е., Қаржау Н.Ә.
ҚАТТЫ ДЕНЕЛЕРДЕГІ ПРОТОНДЫҚ СӘУЛЕЛЕНУ КЕЗІНДЕГІ АҚАУ ТҮЗУШІ РАДИАЦИЯЛЫҚ ҮДЕРІСТЕРІН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ..... 344
Аскарова Г., Омарбекова Л.
СТУДЕНТТЕРДІҢ ПРАКТИКАЛЫҚ ДАҒДЫЛАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖОЛДАРЫ..... 350
Исахов А.А., Байтуреева А.Р.
ЖЕЛ АҒЫНЫНЫҢ АРХИТЕКТУРАЛЫҚ КЕДЕРГІЛЕРДІ АЙНАЛЫП ӨТУІН САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ 354
Ахтанов С.Н., Бурисова Д.Ж., Исимова А.Т., Толегенова А.А., Серикбаев А.А.
ИНФОРМАЦИЯНЫҢ ЭНТРОПИЯҒА ҚАТЫНАСЫН MULTISIM ОРТАСЫНДА СХЕМОТЕХНИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ..... 362
Шмыгалева Т.А., Купчишин А.И., Шмыгалев Е.В., Алтынбек Н.Е., Қаржау Н.Ә.
ЖЕҢІЛ НЫСАНАЛАРДАҒЫ РАДИАЦИЯЛЫҚ АҚАУ ТҮЗУШІ ҮДЕРІСТЕРДІ ЭЕМ-ДЕ МОДЕЛЬДЕУ 371
Бегимова К.А., Зиятбек Д.Т.
ЖАЛПЫЛАНҒАН ФУНКЦИЯЛАР КЕҢІСТІГІНДЕ ВЕКУА-КАРЛЕМАН ТЕҢДЕУІНІҢ ШЕШІМДІЛІГІ 376
Мырзахметова А.К.
БІРТЕКТІ ЕМЕС ТОЗҒЫНДАЛҒАН ГИПЕРБОЛАЛЫҚ ТЕҢДЕУ ҮШІН БІР ЕСЕП..... 380
Женсикбаев К. С., Женсикбаев С. К.
ЖАЛПЫЛАНҒАН ГЁЛЬДЕР КЕҢІСТІГІНДЕ ФУНКЦИЯЛАРДЫ СПЛАЙНДАРМЕН ЖУЫҚТАУ……. 382
Женсикбаев К. С., Женсикбаев С. К.
БЕРНШТЕЙН ТЕҢСІЗДІГІНІҢ ЖАЛПЫЛАУЫ МЕН БЕРІЛГЕН ФУНКЦИЯНЫ ЖӘНЕ ОНЫ ЖУЫҚТАЙТЫН СПЛАЙНДАРДЫҢ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ…….. 386
Атахан Н., Мирзакулова А. Е.
БАСТАПҚЫ СЕКІРІСТІ СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ИНТЕГРАЛДЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ҮШІН ШЕКАРАЛЫҚ ЕСЕП ШЕШІМІНІҢ АСИМПТОТИКАЛЫҚ ЖІКТЕЛУІ..... 389
Коданова С.К., Слямова Э.С., Исанова М.К.
МОЛЕКУЛАЛЫҚ ДИНАМИКА ЕКІ КОМПОНЕНТІН ТЫҒЫЗ ПЛАЗМАЛЫҚ ӘДІСПЕН ТАЛДАУ МЕН КӨЗБЕН РЕЛАКСАЦИЯ ҚАСИЕТТЕРІ ҮШІН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІ ӘЗІРЛЕУ..... 394

Химия-металлургия ғылымдары

Даулбаева А.Н.
АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ ТОПЫРАҒЫНДАҒЫ ҚОРҒАСЫННЫҢ ТАРАЛУ ДИНАМИКАСЫ..... 400
Атанова О.В., Жаркимбаева Г.Б., Ахмедова Г.Р., Тулебаева А.
МЕТАЛЛУРГИЯДА БИОТЕХНОЛОГИЯНЫ ПАЙДАЛАНУ АСПЕКТІЛЕРІ……. 404
Райымбеков Е.Б., Адилова Г.О., Назарбек У.Б., Бестереков У., Петропавловский И.А.
АММОФОС САПАЛЫ КЕШЕНДІ ОРГАНОМИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШЫН АЛУ..... 409
Серікбаева А.Қ., Жаналиева Н.Ш.
ТОТЫҚҚАН МЫС КЕНІ – КҮКІРТ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ӘРЕКЕТТЕСУЛЕРДІ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕУ…….. 414
Райымбеков Е.Б., Рыскулов Т.А., Назарбек У.Б., Бестереков У.
МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ ӨНДІРУ МЕН ТҰТЫНУДЫҢ ЗАМАНАУИ ҚАЛПЫ ТУРАЛЫ 418
Телешева А.Б., Турдалиев А.Т., Чумаков Е.В.
АД31 АЛЮМИНИЙ ҚОРЫТПАСЫНЫҢ БЕРІКТІГІНЕ ПЛАСТИКАЛЫҚ ДЕФОРМАЦИЯ ӘСЕРІ..... 425
Ибраев А.Х., Молдахметов Қ.Қ
ВАНЮКОВ ПЕШІНДЕГІ МЫС БАЛҚЫТУ ҮДЕРІСІН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЖЕТІЛДІРУ..... 430
Телешева А.Б., Турдалиев А.Т., Чумаков Е.В.
АЛЮМИНИЙ ҚОРТЫТПАЛАРЫН ҚҰЮ КЕЗІНДЕГІ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ӨРІС..... 434
Токмолдин Н.С, Рахимбаев Б. С., Жолдыбаев К.С., Аймаганбетов К.П.
КҮН ЭНЕРГЕТИКАСЫНА ҚОЛДАНЫЛАТЫН КРЕМНИДІ АЛУ ЖӘНЕ ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ 438
Бугенов Е.С., Жакатаева Н.К, Болсынбекова Г.Т., Багиярова Т., Исенова Л.О.
ФОСФОР ШЛАМДАРЫНЫҢ ҚАЙТА ӨНДЕУІНІҢ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯСЫ..... 444

Мотовилов И.Ю., Луганов В.А., Мишра Б.
ВАКУУМДА ТЕРМИЯЛЫҚ ЫДЫРАҒАН ПИРИТТІ КОНЦЕНТРАТТЫ ШАЙМАЛАУ ҮРДІСІН ЗЕРТТЕУ 448
Байматова Н.Х., Елюбаева Д.К., Демьяненко О.П., Дербисалин М.А.
АВТОКӨЛІКТЕРДЕН ШЫҒАТЫН ГАЗДАРДЫҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ АРОМАТТЫ ПОЛИЦИКЛДЫ КӨМІРСУТЕКТЕРДІ ҚАТТЫ ФАЗАЛЫ МИКРОЭКСТРАКЦИЯ ЖӘНЕ ГАЗДЫ ХРОМАТОГРАФИЯ-МАСС СПЕКТРОМЕТРИЯ ӘДІСІМЕН АНЫҚТАУ 454
Алыбаев Ж.А., Бошкаева Л.Т., Байымбетов Б.С., Садибеков Д.А., Төлеген Д.А.
НИТРИДТІ, AL, CA, B ҚОСПАЛАРЫН НЕГІЗІНДЕ, ТИТАН ШЛАКТАРЫН АЛҒАНДА ОТАНДЫҚ ТӨМЕНГІ СҰРЫПТЫ ЖӘНЕ ҚАЛЫПҚА КЕЛТІРУІ ҚИЫН ИЛЬМЕНИТТІ ҚОСПАЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ 463
Мазулевский Е.А., Ковзаленко Т.В., Сыдықов Ә.О., Бердіқұлова Ф.А., Сейтханов Б.А.
АЛТЫН КҮШ ӘН ҚҰРАМДЫ КОНЦЕНТРАТТЫ МЫС ӨНДІРІСІНІҢ ОСМИЙ РЕНИЙ ҚҰРАМДЫ ҚАҚТАРЫМЕН БІРГЕ БАЛҚЫТУ 467
Азимов А.М., Жантасов К.Т., Сатаев М.И., Ортаев А.Е., Калдыкозов Т.А.
1% ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫМЕН НИТРАТ, КАРБОНАТ ЖӘНЕ СУЛЬФАТ ТҰЗДАРЫМЕН ЛАСТАНҒАН ПОЛИМЕРЛІК МЕМБРАНАЛАРДЫ ХИМИЯЛЫҚ ЖАНДАНДЫРУ (РЕГЕНЕРАЦИЯЛАУ) 474
Назарбек У.Б., Бестереков У., Петропавловский И.А., Назарбекова С.П., Почиталкина И.А.
$CaO-P_2O_5-SO_3-H_2O$ ЖӘНЕ $CaO-P_2O_5-H_2O$ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ФАЗАЛЫ ДИАГРАММАЛАРЫНДА КОНДИЦИЯЛЫ ЕМЕС ТЕХНОГЕНДІ ФОСФАТТЫ ШИКІЗАТТАН МОНОКАЛЬЦИЙ ФОСФАТТЫ АЛУ ҮРДІСІНІҢ ГРАФИКАЛЫҚ ТАЛДАУЫ 479
Утебаева С., Молдабеков Ш., Қадірбаева А.А.
ОРГАНОМИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАР АЛУ ӘДІСІН ЗЕРТТЕУ 483
Жакипбаев Б.Е., Кан К.С., Кулмаханова А.Ш., Кунтубаева М.Н.
ТАРАЛЫҚ ШЫНЫ ӨНДІРІСІНДЕГІ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН АМОРФТЫ-КРЕМНЕЗЕМДІ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ОПОКАЛЫ МАТРИЦАЛАРЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ШЫНЫФАЗАНЫҢ ТӨМЕН ТЕМПЕРАТУРАЛЫ СИНТЕЗІ 486
Аманбаева Ф.С., Қадірбаева А.А.
МаРГАНЕЦ ҚҰРАМДАС НИТРОФОСФАТТАРДЫ АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ 491
Квон Св.С., Куликов В.Ю., Абильдина А.Р., Омарова А.Е.
МАГНИТТІК СЕПЕРАЦИЯ ҮРДІСІНЕ ТЕМІР КЕНІНДЕГІ ФРАКЦИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ 494
Алтай Е.А., Койшыбаев Д.Н., Шаяхметкызы Д.
КАРДИОГРАФТЫҢ АППАРАТТЫҚ БӨЛІГІН ҚҰРАСТЫРУ ЖӘНЕ КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ ... 497
Бейсенбаев О.К., Иса А.Б., Сарыпбекова Н.К., Кыдыралиева А.Ш.
ФОСФОР ШЛАМЫ НЕГІЗІНДЕ ПОЛИМЕР ҚҰРАМДЫ ТЫҢАЙТҚЫШ АММОФОСТЫ АЛУ ЖӘНЕ ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ 501
Алыбаев Ж.А., Бошкаева Л.Т., Джуманкулова С.К., Мукашев Д.Н.
АГЛОМЕРАЦИЯ ТӘСІЛІМЕН ХРОМИТТІ КЕНДІ КЕСЕКТЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУДІ ЗЕРТТЕУ 507
Ахмадиева Н.К., Абдулвалиев Р.А.,. Тастанов Е.А, Гладышев С.В., Кульдеев Е.И.
ТЕМІРЛІ БОКСИТТІ БАЙЕР-ГИДРОГРАНАТ ТЕХНОЛОГИЯСЫМЕН КЕШЕНДІ ҚАЙТА ӨҢДЕУДІ ТЕСТІЛЕУ 510

Экономикалық ғылымдар

Фурсова Т.В.
ВИРТУАЛДЫ ВАЛЮТАНЫҢ КЕРЕКТІГІНІҢ КЕЙБІР АСПЕКТІЛЕРІ «БИТКОИН»……..…… 516
Орлов К. В.
ҚЫСҚА МЕРЗІМДІ ДЕМОГРАФИЯЛЫҚ БОЛЖАУЛАРЫ 519
Нурпеисова М.М.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА СҮТ ЖӘНЕ СҮТ ӨНІМДЕРДІ ӨНДІРУ ЖӘНЕ ТҰТЫНУ 524

Кудряшов В.В., Гусейнов Н.Р., Байгаринова Г.А., Ильин А.М.
ГРАФЕН-ПОЛИМЕР КОМПОЗИТІНІҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН АТОМДЫҚ-КҮШТІК МИКРОСКОПИЯ АРҚЫЛЫ ЗЕРТТЕУ…… 528
Абжанова Ш.А., Мухтарханова Р.Б., Жаңабай А., Қалдарова Г.
ҚОЙ ЕТІНЕН ЕТ ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ..... 534
Джумагалиева А.Н.
ЭЛЕКТРОНДЫ БІЛІМ БЕРУДІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІ..... 537
Болатбекұлы О., Айтөреев М.Ж., Назарбек У.Б.
ТҰРАҚТАНДЫРУШЫ ҚОСПАЛАРЫ БАР СҰЙЫҚ КЕШЕНДІ ТЫҢАЙТҚЫШЫН АЛУ ӘДІСІ МЕН ҚҰРАМЫН ЖАСАУ 541
Шадиярова А.А., Куйкабаева А.А., Оспанова Ш.С., Нурмуханова А.З.
ТҰРҒЫН ҮЙДІ ЭНЕРГИЯМЕН АВТОНОМДЫ ҚАМТУҒА АРНАЛҒАН КҮН ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫ КОМПОНЕНТТЕРІН ЖОЮДЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ…… 545
Исакова А.М., Солтыбаева Б.Е.
ДӘСТҮРЛІ ЕМЕС ШИКІЗАТТЫ ҚОЛДАНЫП ГАЛЕТ ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІН ЖАСАУ..... 547
Манап К.Р., Сериккызы М.С., Қызыр К.
ФУНКЦИОНАЛЬДЫ ТАМАҚТАНУҒА АРНАЛҒАН ҚҰС ЕТІ ПАШТЕТІ ҮШІН ИТМҰРЫН ҰНТАҒЫН ЗЕРТТЕУ..... 553
Курмангельдиева Р.Б., Махашева А.К.
«АҚПАРАТТЫ ҚОРҒАУ НЕГІЗДЕРІ» ПӘНІНІҢ МЕТОДИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫ..... 557
Жумагулова Ж.А., Жумабаев Ә.Қ., Нурмуханова А.З., Зульбухарова Э.М.
МАГНИТОДИОДТАРДЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ..... 561
Рүстемова С.С., Нұрмұханова А.З.
ҒЫЛЫМИ-ЗЕРТТЕУ МЕКЕМЕЛЕРІНЕ САПА МЕНЕДЖМЕНТІ ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 565

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш., Бекботаева А.А.
РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНОГО ИЗУЧЕНИЯ ПРОБ КАРТИРОВОЧНОГО БУРЕНИЯ ХВОСТОХРАНИЛЩА БОРГЕЗСАЙ (ЖЕЗКАЗГАН)..... 3
Абдугалиева Г.Ю., Имангазин М.К., Жекеева У.А.
АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, РАЗВИТИЯ И ОЦЕНКИ РИСКА АВАРИЙ НА МУГОДЖАРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ…. 9
Алиханов М.У., Джукебаев М.И.
КОМПЛЕКС ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ РУД 15
Саипов А.А., Тасболат Б., Изенбаев Б.Ж.
ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И УРОВЕНЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ 19
Изенбаев Б.Ж., Секенұлы А., Тасболат Б.
КЛАСТЕР ЮЖНОЙ КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ФАКТОР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА..... 24
*Ниязова Ш.В., Утеулина К.*А.
ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА НАВАЛ РУДЫ…… 27
Бельдеубаева Ж.Т., Рахметуллина С.Ж.
МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД…….. 31

Технические науки

Абдуразова П.А., Сатаев М.С., Кошкарбаева Ш.Т.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОКРЫТИЯ ГАЛИДОВ МЕДИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ФОТОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ 36
Самигулина З.И., Саргужиева Н.Ж.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ НА ОБОРУДОВАНИИ SCHNEIDER ELECTRIC ……... 39
Хабдуллин А. Б., Хабдуллина З.К., Хабдуллин А. Б., Хабдуллина Г.А.
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ «РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ШИХТОВЫМ ПОЛЮСОМ»…….. 45
Белослюдцев О.М., Узбеков Н.Б., Мусаев Е.М.
ПОИСК ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В МАГНИТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОСНОВЕ НЕЛИНЕЙНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА……... 48
Баянбай Н. А., Ожикенов К. А., Куатканова Ж.Е., Адилов А. Е., Жалел Б.
МУЛЬТИАГЕНТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ СТРОЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА…….. 57
Жалел Б.
СИНТЕЗ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЁТОМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ НА ОСНОВЕ ЛИНЕАРИЗОВАННОЙ МОДЕЛИ…… 64
Бекбай А. Т., Алдияров Н.У., Ожикенов К. А.
АЛГОРИТМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГРУППЫ РОБОТОВ – МАНИПУЛЯТОРОВ..... 71
Адилов А.И., Куатканова Ж.Е., Ожикенов К.А., Баянбай Н.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ.. 74
Жаркевич О.М., Нуржанова О.А.
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ…….. 84
Куатканова Ж. Е., Ожикенов К. А., Баянбай Н. А., Адилов А.Е.
АЛГОРИТМ СИНХРОНИЗАЦИИ ГРУППИРОВКИ СПУТНИКОВ НА ОРБИТЕ ЗЕМЛИ……... 89
Есмаганбетова А.Б., Даутканова Д.Р., Дуйсенбекова О.О.
ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА ISO 19152:2012 GEOGRAPHIC INFORMATION – LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL (LADM) В КАЗАХСТАНСКОЙ СИСТЕМЕ ВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРА..... 92
Дуаметулы Б., Калауов Б.П., Даулеткулова А.С.
ИЗУЧЕНИЕ СЕЧЕНИЯ РЕАКЦИИ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ НЕЙТРОНОВ С ЯДРАМИ МИШЕНИ 96

Байхамурова М.О., Сатанов Ё.С.
МЕТОДЫ ОБЕССОЛИВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МАВЗОЛЕЯ ХОДЖА АХМЕДА ЯСАВИ..... 102
Абдуразова П.А., Сатаев М.С., Кошкарбаева Ш.Т.
СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЗОЛОТА НА ПОВЕРХНОСТИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ..... 105
Шойман С., Болысбек А.
О ВАЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ…….. 109
Жакупова Д.Е., Адырбайкызы Р.
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИВОГО ПИВА…… 112
Иманкулова А. А., Кордакова Н.И.
МЕТОДЫ ИНДИКАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ…….. 114
Ожикенов К.А., Михайлов П.Г., Кушегенова Ж.К., Айтимов М.Ж.
ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВРЕМЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ДАТЧИКОВ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН 116
Сериккалиев Е.Т., Бейсембаев А.А.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДА МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА В MATLAB……. 122
Калбаев А.С.
АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РАБОТЫ ШАРОВОГО КРАНА ГАЗОПРОВОДА…….. 127
Мунсызбаева С.К., Айтмырзаева А.М., Шайханова А.К.
ИССЛЕДОВАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МНОГОМЕРНЫХ МНОГОСВЯЗНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ……... 130
Жакипбаев Б.Е., Даулетияров М.С., Кулмаханова А.Ш., Жумагаликызы Г.
РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОРОГОСТОЯЩИХ ВЫСОКОАЛИТНЫХ КЛИНКЕРОВ НАРЯДУ С ТЕХНОГЕННЫМИ ОТХОДАМИ В ЦЕЛЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКОМОЛОТЫХ МАЛОКЛИНКЕРНЫХ ЦЕМЕНТОВ…… 136
Умирзакова Г.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ТОНКОДИСПЕРСНОГО МОРКОВНОГО ПОРОШКА В ПРОИЗВОДСТВЕ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ…….. 142
Картбаев А.Ж.
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ УЛУЧШЕНИЕ ФРАЗОВЫХ ТАБЛИЦ ДЛЯ КАЗАХСКОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО МАШИННОГО ПЕРЕВОДА..... 149
Кәдірбеков М.Ж.
РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЕ ЗАРЯДНЫМИ СТАНЦИЯМИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ…… 153
Маратов А.А., Кошимбаев Ш.К.
ПОСТРОЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА……. 156
Жадрасын А.Ж., Карина П.К.
ОПИСАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭТАП В АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ…… 162
Омаров Т.И., Тулегенова К.Б., Бекенов Е.Т., Наурушев Б.К.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННОГО МОМЕНТА ИНЕРЦИИ И КРУТИЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТИ СТЕРЖНЯ ПЕРЕМЕННОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ..... 165
Изтелиева Р.А., Байболова Л.К., Альберто С.С., Кулажанов Т.К., Рскелдиев Б.А.
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КОНСЕРВОВ ИЗ КРОЛЬЧАТИНЫ…….. 170
Мукушев Б.А., Нурбакова Г.С., Исимов Н.Т.
ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА MATHCAD..... 175
Хабдуллин А. Б., Хабдуллина З.К., Хабдуллин А. Б., Хабдуллина Г.А.
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ «РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ШИХТОВЫМ ПОЛЮСОМ»…….. 179
Ыбырайымқұл Д.Т., Калтаев А., Сұлтанқұлов А.М., Айтжан А.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ЗАРЯДКИ БАЛЛОНА ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ……... 183
Мункебаева Н.А., Жолдыбаев К.С.
О ПЕРЕВОДЕ И ПЕРСПЕКТИВЕ РЕАКТОРОВ АЭС НА ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНАХ С УРАН – ПЛУТОНИЕВОГО ($^{235}U - ^{239}Pu$) НА ТОРИЙ – УРАНОВЫЙ ($^{232}Th - ^{233}U$) ЦИКЛ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЯДЕРНОГО ГОРЮЧЕГО…… 189
Ахмедова Г.Р., Жаркимбаева Г.Б., Атанова О.В., Нам В.В.
ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ МАЛОЙ КАНАЛИЗАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ТОО «АРАЛ ГАЗ»…….. 197
Касимов А.О., Куттыбаева А.Е.
СТРУКТУРА ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ЭМУЛЯТОРА…… 202

Жаркимбаева Г.Б., Ахмедова Г.Р., Атанова О.В., Бахмагамбетова Г.Б., Нурланов А.А
АСПЕКТ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭС…… 207
Достияров А.М., Умышев Д.Р., Туманов М.Е., Тютебаева Г.М.
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ЗА УГОЛКОВЫМИ ТАБИЛИЗАТОРАМИ 211
Хабдуллин А. Б., Хабдуллина З.К., Хабдуллин А. Б., Хабдуллина Г.А.
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ……. 216
Жумабаева Л.О., Жукабаева Т.К., Отман М., Г.Майланкулов, Б.Сулеменова
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТИПОВ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ГРАММАТИК…….. 225
Юлусов С.Б., Койжанова А.К., Суркова Т.Ю., Сукуров Б.М., Барменшинова М.Б.
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «АКТОГАЙ»……. 231
Урмашев Б.А., Сатыева С. М., Смайлов Н. К.
СБОРКА МЕХАНИЗМА ГОРЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В ФОРМАТЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА CHEMICAL WORKBENCH И ПРОГРАММЕ PRIME ПЕРЕВОДА..... 237
Арыстанбаев К.Е., Апсеметов А.Т., Серкебаев Е.С.
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ 244
Макешева К.К., Мухаммедали К.
ОБЗОР ПОДХОДОВ И МЕТОДОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СТЕТОСКОПОВ ……... 248
Жомартқызы Г.
ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ……. 254
Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Байтукова А.М.
УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ…….. 259
Абжапбарова А.Ж., Бихимова Г.А., Олжабаева Р.С.
АУТСОРСИНГ ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ…….. 265
Байтурганова В.К., Хабай А., Кенжебекова А.А.
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ РОБОТА, СКОЛЬЗЯЩЕГО ПО ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЧЕРНОЙ ПОЛОСЕ..... 269
Есенкулова Ж. Ж.
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДОСТИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА…….. 273
Жанабаев З.Ж., Гревцева Т.Ю., Кожагулов Е.Т., Асилбаева Р.Б.
МАСШТАБНО-ИНВАРИАНТНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ МОРФОЛОГИИ НАНОКЛАСТЕРНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛЕНОК…….. 276
Понятова М.А., Иманов Т.С., Ерёмин Д.И., Ягфарова Н.И., Турарбеков М.К.
АНАЛИЗ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ДЛЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК……... 284
Муслимова А.К., Жапарова А.Т.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ..... 291
Адилов Ж.М., Ерёмин Д.И., Ягфарова Н.И., Желдиров А.П.
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ АКТУАЛЬНОСТЬ И РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В МИРЕ……. 296
Ожикенов К.А., Михайлов П.Г., Кушегенова Ж.К., Айтимов М.Ж.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ…… 299
Каржаубаев А.С.
РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЧУГУННЫХ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ ШИРОКОСЛОЙНОЙ НАПЛАВКОЙ…….. 303
Арипбаева А. Е., Мырхалыков Ж.У., Степанов С.Г.
НОВОЕ ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ОБЛАСТИ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЖАРНЫХ НАПОРНЫХ РУКАВОВ…… 308
Куттыкадамов М.Е., Байгурин Ж., Рысбеков К.Б., Спицын А.А., Е.Е. Куттыкадамов
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РАКУРСА СЪЕМКИ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ…… 312
Кудряшов В.В., Ильин А.М.
ИЗУЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ МОДИФИКАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР В НЕСАМОСТОЯТЕЛЬНОМ ГАЗОВОМ РАЗРЯДЕ…….. 318
Хамит У.Ғ., Ташенова Ж.М.
ПРИНЦИП ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА OPENVPN, НАПРАВЛЕННОГО НА ЗАЩИТУ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕРНЕТЕ..... 322

Базарбек А.С.
СТАТИСТИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ПРОТОННОЙ И УГЛЕРОД-ИОННОЙ ТЕРАПИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ GRAPHPAD…… 327

Физико-математические науки

Бакирова Э.А., Кадирбаева Ж.М., Кенжебаева К.П.
ОДНОЗНАЧНАЯ РАЗРЕШИМОСТЬ ЛИНЕЙНОЙ МНОГОТОЧЕЧНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ 332
Темирбеков Н. М., Тураров А. К.
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГАЗЛИФТНОГО ПРОЦЕССА…… 338
Шмыгалева Т.А., Купчишин А.И., Шмыгалев Е.В., Алтынбек Н.Е., Каржау Н.А.
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАДИАЦИОННОГО ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ ПРИ ПРОТОННОМ ОБЛУЧЕНИИ…… 344
Аскарова Г., Омарбекова Л.
ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ У СТУДЕНТОВ…….... 350
Исахов А.А., Байтуреева А.Р.
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ ВЕТРОВЫМИ ПОТОКАМИ АРХИТЕКТУРНЫХ ПРЕПЯТСТВИЙ…… 354
Ахтанов С.Н., Бурисова Д.Ж., Исимова А.Т., Толегенова А.А., Серикбаев А.А.
СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТНОШЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ К ЭНТРОПИИ В СРЕДЕ MULTISIM …… 362
Шмыгалева Т.А., Купчишин А.И., Шмыгалев Е.В., Алтынбек Н.Е., Каржау Н.А.
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАДИАЦИОННОГО ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ ИОНОВ И ЛЕГКИХ МИШЕНЕЙ…….. 371
Бегимова К.А., Зиятбек Д.Т.
ОБОБЩЕННЫЕ ФУНКЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ- ВЕКУА КАРЛЕМАН УРАВНЕНИЯ..... 376
Мырзахметова А.К.
ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО ВЫРОЖДАЮЩЕГОСЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ…….. 380
Женсикбаев К. С., Женсикбаев С. К.
СПЛАЙН-АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ В ОБОБЩЕННЫХ ПРОСТРАНСТВАХ ГЕЛЬДЕРА…… 382
Женсикбаев К. С., Женсикбаев С. К.
ОБОБЩЕНИЕ НЕРАВЕНСТВА БЕРНШТЕЙНА ДЛЯ СПЛАЙНОВ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СПЛАЙНОВ, ПРИБЛИЖАЮЩИХ ЗАДАННУЮ ФУНКЦИЮ…… 386
Атахан Н., Мирзакулова А. Е.
АСИМПТОТИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ РЕШЕНИЙ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ С НАЧАЛЬНЫМИ СКАЧКАМИ ДЛЯ СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННЫХ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ…….. 389
Коданова С.К., Слямова Э.С., Сулейманова А.К., Исанова М.К.
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО РАСЧЕТУ, АНАЛИЗУ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕЛАКСАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ ПЛОТНОЙ ПЛАЗМЫ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ……. 394

Химико-металлургические науки

Даулбаева А.Н.
ДИНАМИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦА В ПОЧВАХ ГОРОДА АЛМАТЫ……. 400
Атанова О.В., Жаркимбаева Г.Б., Ахмедова Г.Р., Тулебаева А.
АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ…… 404
Райымбеков Е.Б., Адилова Г.О., Назарбек У.Б., Бестереков У., Петропавловский И.А.
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ КАЧЕСТВА АММОФОСА..... 409
Серикбаева А.К., Джаналиева Н.Ш.
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ ОКИСЛЕННАЯ МЕДНАЯ РУДА – СЕРА…… 414
Райымбеков Е.Б., Рыскулов Т.А., Назарбек У.Б., Бестереков У.
О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ……... 418

Телешева А.Б., Турдалиев А.Т., Е.В. Чумаков
ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА УПРОЧНЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АД31…… 425
Ибраев А.Х., Молдахметов К.К.
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПЛАВКИ МЕДИ В ПЕЧИ ВАНЮКОВА….. 430
Телешева А.Б., Турдалиев А.Т., Чумаков Е.В.
ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ПРИ РАЗЛИВКЕ СЛИТКОВ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АД31……. 434
Токмолдин Н.С., Рахимбаев Б. С., Жолдыбаев К.С., Аймаганбетов К.П.
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ОЧИСТКИ КРЕМНИЯ ДЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ…… 438
Бугенов Е.С., Жакатаева Н.К., Болсынбекова Г.Т., Багиярова Т., Исенова Л.О.
НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ФОСФОРНЫХ ШЛАМОВ…… 444
Мотовилов И.Ю., Луганов В.А., Мишра Б.
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКИ РАЗЛОЖЕННОГО В ВАКУУМЕ ПИРИТНОГО КОНЦЕНТРАТА…… 448
Байматова Н.Х., Елюбаева Д.К., Демьяненко О.П., Дербисалин М.А.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВЫХЛОПНЫХ ГАЗАХ АВТОМОБИЛЕЙ МЕТОДОМ ТВЕРДОФАЗНОЙ МИКРОЭКСТРАКЦИИ И ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ..... 454
Алыбаев Ж.А., Бошкаева Л.Т., Баимбетов Б.С., Садибеков Д.А., Толеген Д.А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ФЛЮСУЮЩИХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ НИТРИДОВ AL, CA, B, C ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ТИТАНОВЫХ ШЛАКОВ ИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ НИЗКОСОРТНЫХ И ТРУДНОВОССТАНОВИМЫХ ИЛЬМЕНИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ……. 463
Мазулевский Е.А., Ковзаленко Т.В., Сыдыков А.О., Бердикулова Ф.А., Сейтханов Б.А.
ПЛАВКА ЗОЛОТО–МЫШЬЯКОВОГО КОНЦЕНТРАТА С ОСМИЙ, – РЕНИЙСОДЕРЖАЩИМИ КЕКАМИ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА…… 467
Азимов А.М., Жантасов К.Т., Сатаев М.И., Ортаев А.Е., Калдыкозов Т.А.
ХИМИЧЕСКАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН, ЗАГРЯЗНЁННЫХ СОЛЯМИ НИТРАТОВ, КАРБОНАТОВ И СУЛЬФАТОВ 1% СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ……. 474
Назарбек У.Б., Бестереков У., Петропавловский И.А., Назарбекова С.П., Почиталкина И.А.
ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МОНОКАЛЬЦИЙФОСФАТА ИЗ НЕКОНДИЦИОННОГО ТЕХНОГЕННОГО ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ НА ФАЗОВЫХ ДИАГРАММАХ СИСТЕМ CAO-P_2O_5-SO_3-H_2O И CAO-P_2O_5-H_2O…… 479
Утебаева С., Молдабеков Ш. Қадірбаева А.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ…….. 483
Жакипбаев Б.Е., Кан К.С., Кулмаханова А.Ш., Кунтубаева М.Н.
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ СТЕКЛОФАЗЫ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПОКОВЫХ МАТРИЦ ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИХ АМОРФНО-КРЕМНЕЗЕМИСТЫХ ГОРНЫХ ПОРОД В ПРОИЗВОДСТВЕ ТАРНОГО СТЕКЛА…….. 486
Аманбаева Ф.С., Қадірбаева А.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩИХ НИТРОФОСФАТОВ 491
Квон Св.С., Куликов В.Ю., Абильдина А.Р., Омарова А.Е.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ НА ПРОЦЕСС МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ…….. 494
Алтай Е.А., Койшыбаев Д.Н., Шаяхметкызы Д.
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ КАРДИОГРАФА…… 497
Бейсенбаев О.К., Иса А.Б., Сарыпбекова Н. К., Кыдыралиева А.Ш.
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩЕГО УДОБРЕНИЯ АММОФОС НА ОСНОВЕ ФОСФОРНОГО ШЛАМА..... 501
Алыбаев Ж.А., Бошкаева Л.Т., Джуманкулова С.К., Мукашев Д.Н.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ОКУСКОВАНИЯ ХРОМИТОВОЙ РУДЫ СПОСОБОМ АГЛОМЕРАЦИИ…… 507
Ахмадиева Н.К., Абдулвалиев Р.А., Тастанов Е.А., Гладышев С.В., Кульдеев Е.И.
АПРОБАЦИЯ БАЙЕР-ГИДРОГРАНАТОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ БОКСИТОВ…… 510

Экономические науки

Фурсова Т.В.
ПРАВОМЕРНА ЛИ АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВОЙ ВИРТУАЛЬНОЙ ВАЛЮТЫ «BITCOIN»…….. 516
Орлов К. В.
КРАТКОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РК…… 519
Нурпеисова М.М.
ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРЕБЛЕНИЕ МОЛОКА И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН..... 524

Исследования молодых ученых

Кудряшов В.В., Гусейнов Н.Р., Байгаринова Г.А., Ильин А.М.
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТА ГРАФЕН-ПОЛИМЕР С ПОМОЩЬЮ АТОМНО-СИЛОВОГО МИКРОСКОПА…….. 528
Абжанова Ш.А., Мухтарханова Р.Б., Жаңабай А., Қалдарова Г.
РАЗРАБОТКА МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ МЯСА БАРАНИНЫ 534
Джумагалиева А.Н.
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМ ОБУЧЕНИЕМ И ИХ ВОЗМОЖНОСТИ..... 537
Болатбекулы О., Айтуреев М.Ж., Назарбек У.Б.
РАЗРАБОТКА СОСТАВА И СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ СО СТАБИЛИЗИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ..... 541
Шадиярова А.А., Куйкабаева А.А., Оспанова Ш.С., Нурмуханова А.З.
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ УТИЛИЗАЦИИ КОМПОНЕНТОВ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА…….. 545
Исакова А.М., Солтыбаева Б.Е.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ГАЛЕТ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ..... 547
Манап К.Р., Сериккызы М.С., Қызыр К.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРОШКА ШИПОВНИКА ДЛЯ ПАШТЕТОВ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ 553
Курмангельдиева Р.Б, Махашева А.К
«ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ» МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ……. 557
Жумагулова Ж.А., Жумабаев Ә.Қ., Нурмуханова А.З., Зульбухарова Э.М.
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТОДИОДОВ..... 561
Рустемова С.С., Нурмуханова А.З.
ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ УЧРЕЖДЕНИЯ…….. 565

CONTENTS

Earth sciences

Baibatsha A.B., Dyussembaev K.Sh., Bekbotaeva A.A.
STUDY RESULTS OF LABORATORY TESTS OF MAPPING DRILLING OF TAILDEPOSIT BORGHESSAI (ZHEZKAZGAN)..... 3
Abdugaliyeva G.Yu., Imangazin M.K., Zhekeeva U. A.
ANALYSIS OF CONDITIONS OF EMERGENCE, DEVELOPMENT AND ASSESSMENT OF RISK OF ACCIDENTS ON THE MUGODZHAR FIELD OF QUARTZ SAND OF THE AKTYUBINSK REGION…… 9
Alihanov M.U., Dzhukebaev M.I.
COMPLEX METHODS OF ELECTRICAL LOOKING FOR LEAD-ZINC ORE……... 15
Saipov A.A., Baybolat T., Izenbaev B.J.
NATURAL RESOURCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN AND THEIR LEVEL OF USE. PROBLEMS OF PROTECTION OF NATURAL RESOURCES……... 19
Izenbaev B.J., Aday Sekenuly., Baybolat Tasbolat.
A CLUSTER SOUTH KAZAKHSTAN REGION TOURISM AS A FACTOR OF INNOVATION DEVELOPMENT OF TOURISM…… 24
Niyazova Sh. W., Uteulina K. A.
ULTRAVIOLET RADIATION EFFECT ON ORE FOR BULK……... 27
Beldeubayeva Zh.T., Rakhmetullina S.Zh.
THE METHODOLOGY OF THE ARCHITECTURE OF INFORMATION-ANALYTICAL STATE OF GROUNDWATER MONITORING SYSTEM…… 31

Technical sciences

Abdurazova P.A., Sataev M.S., Koshkarbaeva Sh.T.
METHOD OF APPLICATION OF GOLD METAL ON THE DIELECTRIC SURFACE PRODUCTS……... 36
Samigullina Z.I., Sarguzhieva N.Z.
AUTOMATION OBJECTS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY EQUIPMENT SCHNEIDER ELECTRIC…. 39
Khabdullin A. B., Khabdullina Z.K., Khabdullin A.B., Khabdullina G.A.
DEVELOPMENT OF THE PROGRAM "THE CALCULATION OF THE PARAMETERS OF THE SYNCHRONOUS MOTOR WITH THE FEEDSTOCK POLE"…… 45
Beloslyudtsev O.M., Uzbekov N.B., Musaev E.M.
SEARCHING OF HARBINGERS OF EARTHQUAKES IN MAGNETIC COMPONENT OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD ON THE BASIS OF NON-LINEAR METHODS OF THE ANALYSIS…… 48
Bayanbay N.A., Ozhikenov K.A., Kuatkanova Zh.E., Adilov A.E., Zhalel B.
MULTIAGENT FLIGHT CONTROL OF FORMATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES ……... 57
Zhalel B.
SYNTHESIS OF CONTROL ALGORITHMS FOR VERTICAL TAKE-OFF AND LANDING AIRCRAFT ON THE BASIS OF LINEARIZED MODEL…….. 64
Bekbay A. T., Aldiyarov N.U., Ozhikenov K. A.
ALGORITHMS FOR SYNCHRONIZING OPERATION OF THE GROUP OF ROBOTS – MANIPULATORS…. 71
Adilov A.I, .Kuatkanova Zh.E., Ozhikenov K.A., Bayanbay N.A.
RESEARCH OF ADAPTIVE ALGORITHMS CONTROL FOR ROBOT MANIPULATORS…… 74
Zharkevich O. M., Nurzhanova O. A.
WORN PARTS RESTORATION BY THERMAL SPRAYING……. 84
Kuatkanova Zh.E., Ozhikenov K.A., Bayanbay N.A., Adilov A.E.
ALGORITHM OF SYNCHRONIZATION GROUP OF SATELLITES IN EARTH ORBIT…… 89
Yesmaganbetova A.B., Dautkanova D.R., Duysenbekova O.O.
THE POSSIBILITY OF USE OF THE ISO 19152 INTERNATIONAL STANDARD: 2012 GEOGRAPHIC INFORMATION - LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL (LADM) IN KAZAKHSTAN SYSTEM OF STATE LAND CADASTRE…….. 92
Duamet B., Kalauov B.P., Dauletkulova A.C.
RESEARCH OF REACTION CROSS SECTION AT THE INTERACTION OF NEUTRONS WITH TARGET NUCLEI……... 96
Baykhamurova M., Satanov Ye.
PROCEDURES OF DEMINERALIZATION OF CONSTRUCTIONAL MATERIALS OF THE MAUSOLEUM OF HODGE AKHMED YASSAUI 102
Abdurazova P.A., Sataev M.S., Koshkarbaeva Sh.T.
METHOD OF APPLICATION OF GOLD METAL ON THE DIELECTRIC SURFACE PRODUCTS……... 105

Shoyman S., Bolysbek A.
ABOUT IMPORTANCE OF THE USE OF MICROFERTILIZERS..... 109
Zhakupova D.E., Adyrbaykyzy.A
THE TECHNOLOGY OF FRESH BEER..... 112
Imankulova A. A., Kordakova N. I.
INDICATION METHODS OF HEAVY METALS..... 114
Ozhikenov K.A., Mikhailov P.G., Kushegenova Zh.K. Aitimov M.Zh.
INVESTIGATION QUESTIONS FOR DIAGNOSIS AND CONTROL SENSOR AND MEASURING MODULE MICROELECTRONIC SMART SENSORS..... 116
Serikkaliyev Y.T, Beysembayev A.A
MODELING HYDRAULIC DRIVE OF THE ROBOT MANIPULATOR IN MATLAB..... 122
Kalbaev A.S.
ANALYSIS OF THE WORK OF THE BALL VALVE PIPELINE..... 127
Munsyzbaeva S.K., Shaikhanova A.K.
INVESTIGATION OF FUNDAMENTAL LIMITATIONS IN THE MMO MANAGEMENT ON THE EXAMPLE OF THE CONTROLLER PROJECT..... 130
Zhakipbayev B.Ye., Dauletiarov M.S., Kulmakhanova A.Sh., Zhumagalikyzy G.
RATIONAL USE OF COSTLY HIGH ALITE CLINKERS ALONG WITH TECHNOGENIC WASTE THE PURPOSE OF OBTAINING FROM THEM A FINE GROUND LOW CLINKER CEMENT..... 136
Umirzakova G.A.
RESEARCH OF QUALITY OF THE MICRONIZED CARROT POWDER IS IN PRODUCTION OF PASTAS 142
Kartbayev A.
A SURVEY ON PHRASE TABLE REFINEMENT FOR KAZAKH STATISTICAL MACHINE TRANSLATION..... 149
Kadyrbekov M.
DEVELOPMENT OF MANAGEMENT CHARGING STATIONS FOR ELECTRIC VEHICLES..... 153
Maratov A., Koshimbayev S.
BUILDING A NEURAL NETWORK FOR THE CATALYTIC REFORMING UNIT..... 156
Zhadrassyn A.Z., Karina P.K.
DESCRIBTION OF BUSINESS PROCESS AS AN IMPORTANT STAGE IN AUTOMATION OF SYSTEMS..... 162
Omarov T.I., Tulegenova K.B., Bekenov E.T., Naurushev B.K.
DETERMINATION OF THE REDUCED MOMENT OF INERTIA AND TORSIONAL STIFFNESS OF THE ROD OF VARIABLE CROSS-SECTION..... 165
Iztelieva R.A., Baibolova L.K., Alberto C.S., Kulajanov T.K.,.Rskeldiev B.A
COMPARATIVE CHARACTERISTIC INDICATORS QUALITY CANNED FOOD FROM MEA RABBIT 170
Mukushev B.A., Nurbakova G.S., Isimov N.T.
STUDY OF MATHEMATICAL PENDULUM OSCILLATIONS USING OF MATHCAD..... 175
Khabdullin A. B., Khabdullina Z.K., Khabdullin A. B., Khabdullina G. A.
DEVELOPMENT OF THE PROGRAM "THE CALCULATION OF THE PARAMETERS OF THE SYNCHRONOUS MOTOR WITH THE FEEDSTOCK POLE"..... 179
Ybyraiymkul D.T., Kaltayev A., Sultankulov A.M., Aitzhan A.B.
INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE CONTROL ON THE EFFICIENCY OF THE CHARGING PROCESS OF CYLINDER BY NATURAL GAS..... 183
Munkebaeva N.A, Zholdybayev K.S.
BOUT TRANSFER IN THE LONG TERM ATOMIC POWER STATION REACTORS ON THERMAL NEUTRONS WITH URANIUM - PLUTONIUM (^{235}U - ^{239}Pu) TO THORIUM - URANIUM (^{232}Th - ^{233}U) CYCLE OF REPRODUCTION OF NUCLEAR FUEL..... 189
Akhmedova G. R., Zharkimbayeva G.B., Atanova O.V., Nam V.V.
THE USE OF SYSTEM OF THE SMALL SEWERAGEAT THE ARAL GAZ LLP ENTERPRISE..... 197
Kasimov A.O. Kuttybayeva A.E.
STRUCTURE OF CONSTRUCTIONS OF THE SYSTEM OF MONITORING AND EMULATOR..... 202
Zharkimbayeva G. B., Akhmedova G.R., Atanova O.V., Bakhmagambetova G. B., Nurlanov A.A.
ASPECT OF FERRIFEROUS COMPONENTS EXTRACTION TECHNOLOGY DEVELOPMENT FROM THE THERMAL POWER PLANTS' BOTTOM ASH..... 207
Dostiyarov A.M., Umyishev D.R., Tumanov M.E., Tyutebaeva G.M.
NUMERICAL SIMULATION OF THE COMBUSTION PROCESS BEHIND V-GUTTER FLAMEHOLDERS..... 211

Khabdullin A.B., Khabdullina Z.K., Khabdullin A.B.,.Khabdullina G. A.
CALCULATION OF MOTOR PARAMETERS SQUIRREL CAGE……. 216
Zhumabayeva L.O., Zhukabayeva T.K., Mohamed Othman, Mavlankulov G., Suleimenova B.B.
COMPARATIVE ANALYSES OF MODES OF CONCURRENT GRAMMARS…… 225
Yulusov S.B., Koyzhanova A.K., Surkova T.Y., Sukurov B.M., Barmenshinova M.B.
PHYSICAL AND CHEMICAL RESEARCHES OF GOLD-BEARING ORE AKTOGAY FIELD…….. 231
Urmashov B., Satyeva S., Smayilov N.
ASSEMBLAGE OF COMBUSTION MECHANISM OF HYDROCARBONS INTO FORMAT OF 237
ФОРМАТ SOFTWARE COMPLEX .....
Arystanbayev K.E., Apsemetov A.T., Serkebaev E.S.
SIMULATION AND OPTIMIZATION OF PROCESSES OF MEDICINAL PRODUCTS..... 244
Makesheva K.K., Muhamedali K.
REVIEW OF APPROACHES AND METHODS OF DESIGNING ELECTRONIC STETHOSCOPE……... 248
Zhomartkyzy G.
ONTOLOGY ENGINEERING AND KNOWLEDGE MANAGEMENT…….. 254
Zharkevich O.M., Nurzhanova O.A.
WORN PARTS RESTORATION BY THERMAL SPRAYING……. 259
Abzhapbarova A.J., Bikhimova G.A., Olzhabaeva R.S.
OUTSOURCING OF LOGISTICS SERVICES……...… 265
Bayturganova V.K., Habay A., Kengebekova A.A.
TECHNICAL ROBOT VISION WHILE DRIVING AT A CERTAIN BLACK STRIPE…….. 269
Yesenkulova Zh.
PRESENT TROUBLES OF ACHIEVEMENET OF QUALITY…… 273
Zhanabaev Z.Zh., Grevtseva T.Yu., Kozhagulov Y.T., Assilbayeva R.B.
SCALE-INVARIANT REGULARITIES OF MORPHOLOGY OF NANOSTRUCTURED
SEMICONDUCTORS…… 276
Ponyatova M.A., Иманов Т.С., Ерёмин Д.И., Ягфарова Н.И., Турарбеков М.К.
ANALYSIS OF AIR TURBULENCE FOR WIND POWER PLANTS…….. 284
Muslimova A.K., Japarova A.T.
THE DEVELOPMENT OF INFORMATION INFRASTRUCTURE VIRTUALIZATION TECHNOLOGY FOR
AUTOMATED PRODUCTION…….. 291
Adilov Z.M., Ерёмин И., Ягфарова Н.И., Желдиров А.П.
THE ECONOMIC RELEVANCE AND COST-EFFECTIVENESS OF RENEWABLE ENERGY
DEVELOPMENT IN THE WORLD…… 296
Ozhikenov K.A., Mikhailov P.G., Kushegenova Zh.K. Aitimov M.Zh.
INVESTIGATION QUESTIONS FOR DIAGNOSIS AND CONTROL SENSOR AND MEASURING
MODULE MICROELECTRONIC SMART SENSORS..... 299
Karzhaubaev A.S.
RESULTS OF OPERATING TESTS OF CAST-IRON CRANKSHAFTS RECOVERED BY
SHIROKOSLOYNOY SURFACING…….. 303
Aripbayeva A., Myrkhalykov Zh., Stepanov S.
THE NEW PERSPECTIVE SCIENTIFIC DIRECTION IN THE FIELD OF CALCULATION AND DESIGN
OF FIRE PRESSURE HEAD HOSES…….. 308
Kuttykadamov M.E., Baygurin Z.H., Rysbekov K.B., Spitsin A.A., Kuttykadamov E.E.
CHOICE OF HIGH-RISE BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS SURFACE LASER SCANNING
OPTIMUM PERSPECTIVE……. 312
Kudryashov V.V., Ilyin A.M.
STUDY OF RADIATION MODIFICATION OF CARBON NANOSTRUCTURES IN SUSTAINED GAS
DISCHARGE…… 318
Khamit Y.,.Tashenova Zh
THE PRINCIPLE OF THE IMPLEMENTATION OPENVPN SOFTWARE PRODUCT TO PROTECT
INFORMATION ON THE INTERNET..... 322
Bazarbek A.S.
STATISTICAL COMPARISON OF THE PROTON AND CARBON-ION THERAPY USING THE
GRAPHPAD PROGRAM……. 327

Physico-mathematical sciences

Bakirova E.A., Kadirbayeva Zh.M., Kenzhebaeva K.P.
UNIQUE SOLVABILITY OF LINEAR MULTIPOINT BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR THE SYSTEM OF ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS ……. 332
Temirbekov N. M., Turarov A. K.
NUMERICAL SOLUTION OF THE DINAMIC MODEL OF GAS-LIFT PROCESS…….. 338
Shmygaleva T.A., Kupchyshyn A.I., Shmygalev E.V., Altynbek N.E., Karzhau N.A.
COMPUTER MODEL OPERATION OF PROCESSES OF THE RADIATION DEFECT FORMATION IN SOLID BODIES AT PROTON RADIATION…….. 344
Askarova G., Omarbekova L.
APPROACHES OF THE FORMATION OF PRACTICAL SKILLS OF STUDENTS..... 350
Исахов А.А., Байтуреева А.Р.
NUMERICAL SIMULATION OF WIND FLOW AROUND THE ARCHITECTURAL OBSTACLES…….. 354
Akhtanov S.N., Burissova D.Zh., Issimova A.T., Tolegenova A.A., Serikbayev A.A.
CIRCUIT SIMULATION OF INFORMATION ENTROPY RATIO IN MODELING ENVIRONMENT MULTISIM…… 362
Shmygaleva T.A., Kupchyshyn A.I., Shmygalev E.V., Altynbek N.E., Karzhau N.A.
COMPUTER MODEL OPERATION OF PARAMETERS OF THE RADIATION DEFECT FORMATION OF IONS AND MILD TARGET…….. 371
Бегимова К.А., Зиятбек Д.Т.
GENERALISED FUNCTIONS IN THE SPACE VEKUA-CARLEMAN EQUATION ВЕКУА -КАРЛЕМАН 376
Myrzakhmetova A.K.
A PROBLEM FOR THE INHOMOGENEOUS DEGENERATE HYPERBOLIC EQUATION…… 380
Zhensikbayev K.S., Zhensikbayev S.K.
SPLINE APPROXIMATION OF FUNCTIONS IN GENERALIZED HOLDER SPACES……... 382
Zhensikbayev K.S., Zhensikbayev S.K.
GENERALIZATION OF THE BERNSTEIN INEQUALITY FOR SPLINES AND DIFFERENTIAL PROPERTIES OF SPLINES APPROXIMATING A GIVEN FUNCTION…… 386
Atakhan N., Mirzakulova A. E.
ASYMPTOTIC EXPANSION OF SOLUTIONS OF BOUNDARY VALUE PROBLEMS WITH INITIAL JUMPS FOR SINGULARLY PERTURBED INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS…….. 389
Kodanova S.K., Slyamova E.S., Issanova M.K.
DEVELOPMENT OF SOFTWARE PACKAGE FOR CALCULATION, ANALYSIS AND VISUALIZATION OF THE RELAXATION PROPERTIES OF TWO-COMPONENT DENSE PLASMA ON THE BASIS OF MOLECULAR DYNAMICS METHOD…….. 394

Chemical and metallurgical sciences

Daulbayeva A.N.
DYNAMICS OF DISTRIBUTION OF LEAD IN THE SOILS OF THE CITY OF ALMATY……... 400
Atanova O.V., Zharkimbaeva G.B., Akhmedova G.R., Tulebaeva A.
ASPECTS OF THE USE OF BIOTECHNOLOGY IN METALLURGY……. 404
Raiymbekov E.B., Adilova G.O., Nazarbek U.B., Besterekov U., Petropavlovskiy I.A.
PRODUCTION OF COMPLEX ORGANIC FERTILIZER AMMOPHOS QUALITY……... 409
Serikbayeva A.K., Janaliyeva N.SH.
THE THERMODYNAMICRATIONALE OF INTERACTIONS IN THE SYSTEM OF OXIDATION OF COPPER ORE – SULFUR…… 414
Raiymbekov Y.B., Ryskulov T.A., Nazarbek U.B., Besterekov U.
ON THE CURRENT STATE OF PRODUCTION AND CONSUMPTION OF MINERAL FERTILIZERS….. 418
Telesheva A.B., Turdaliyev A.T., E.V. Chumakov
INFLUENCE OF PLASTIC DEFORMATION ON HARDENING OF AD31 ALUMINUM ALLOY..... 425
Ibraev A.K., Moldakhmetov K.K
DEVELOPMENT OF THE PROCESS CONTROL SYSTEM IN A COPPER SMELTING FURNACE VANYUKOV…….. 430
Telesheva A.B., Turdalyev A.T., Chumakov E.V.
THE TEMPERATURE FIELD IN THE CASTING OF INGOTS OF ALUMINUM ALLOY AD31……. 434
Tokmoldin N.S., Rahimbayev B.S., Zholdybayev K.S., Aimaganbetov K.P.
SILICON PRODUCTION AND PURIFICATION TECHNOLOHIES FOR SOLAR ENERGY…… 438
Bugenov E.S., Zhakataeva N.K., Bolsynbekova G.T., Bagiyarova T., Isenova L.O.
THE NEW TECHNOLOGY OF PROCESSING OF PHOSPHORIC SLIMES..... 444

Motovilov I., Luganov V., Mishra Br.
THE STUDYING OF THE PROCESS OF LEACHING OF THE PYRITIC CONCENTRATE WHICH IS THERMALLY SPREAD OUT IN VACUUM……..... 448
Baimatova N., Yelyubayeva D., Demyanenko O., Derbissalin M.
DETERMINATION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN EXHAUSTS GASES OF CARS USING SOLID-PHASE MICROEXTRACTION AND GAS CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRY …… 454
Alybayev Zh., Boshkayeva L., Baimbetova B., Sadibekov D., Tolegen D.
USAGE OF THE NEW FLUXED ADDITIONS BASED ON AL, CA, B, DURING PRODUCTION OF TITANIUM SLAG FROM DOMESTIC LOW GRADE AND IRREDUCIBLE ILMENITE CONCENTRATES…….. 463
Mazulevskiy E.A., Kovzalenko T.V., Sydykov A.O., Berdikulova F.A., Seitkhanov B.A.
MELTING GOLD - ARSENIC CONCENTRATE WITH OSMIUM - RHENIUM CAKE OF COPPER PRODUCTION……... 467
Azimov A.M., Zhantasov K.T., Satayev M.I., Ortayev A.E., Kaldykozov T.A.
CHEMICAL REGENERATION OF POLYMERIC MEMBRANES' SURFACE CONTAMINATED BY SALTS OF NITRATES, CARBONATES AND SULFATES, BY 1% HYDROCHLORIC ACID…… 474
Nazarbek U.B., Besterekov U., Petropavlovsky I.A., Nazarbekova S.P., Pochitalkina I.A.
ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МОНОКАЛЬЦИЙФОСФАТА ИЗ НЕКОНДИЦИОННОГО ТЕХНОГЕННОГО ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ НА ФАЗОВЫХ ДИАГРАММАХ СИСТЕМ $CaO-P_2O_5-SO_3-H_2O$ и $CAO-P_2O_5-H_2O$…… 479
Utebayeva S., Moldabekov Sh., Kadirbayeva A.A.
RESEARCH METHOD OF PRODUCING ORGANIC MINERAL FERTIZERS……... 483
Zhakipbayev B.Ye., Kan X.S., Kulmakhanova A.Sh., Kuntubayeva M.N.
LOW-TEMPERATURE SYNTHESIS OF GLASS PHASE THROUGH THE USE OF OPOK MATRICES SOUTH KAZAKHSTAN AMORPHOUS SILICEOUS ROCKS IN THE PRODUCTION OF CONTAINER GLASS…… 486
Amanbaeva F.S., Kadirbayeva A.A.
RESEARCH TECHNOLOGY OF MANGANESE HYDROGEN PHOSPHATE…… 491
Kvon Sv.S., Kulikov V.Y., Abildina A.R., Omarova A.E.
STUDY OF FRACTIONAL COMPOSITION IRON ORE MAGNETIC SEPARATION PROCESS…….. 494
Altay E.A., Koishibayev D.N., Shayakmetkizi D.
COMPUTER MODELING AND DESIGN OF HARDWARE CARDIOGRAPHY…… 497
Beisenbaev O.K., Isa A.B., Sarypbekova N.K., Kydyralieva A.Sh.
OBTAINING AND RESEARCH OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES POLYMER OF THE CONTAINING FERTILIZER AMMOPHOS ON THE BASIS OF PHOSPHORIC SLIME…… 501
Alybaev Zh.A., Boshkaeva L.T., Jumankulova S.K., Mukashev D.N.
RESEARCH ON IMPROVING THE SINTERING TECHNOLOGY CHROMITE ORE SINTERING PROCESS…….. 507
Ахмадиева Н.К., Абдулвалиев Р.А.,. Тастанов Е.А, Гладышев С.В., Кульдеев Е.И.
TESTING OF BAYER HYDROGARNET TECHNOLOGY FOR COMPLEX PROCESSING OF HIGH FERRUGINOUS BAUXITE..... 510

Economical sciences

Fursova T.
SOME ASPEKTS OF THE FOR DEMAND FOR VIRTUAL CURRENCY «BITKOIN»…….. 516
Orlov K. V.
SHORT RUN DEMOGRAPHIC FORECASTS…… 519
Nurpeisova M.
PRODUCTION AND CONSUMPTION OF MILK AND DAIRY PRODUCTS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN…….. 524

Kudryashov V.V., Guseinov N.R., Baygarinova G.A., Ilyin A.M.
STUDY OF MECHANICAL PROPERTIES OF GRAPHENE-POLYMER COMPOSITE USING ATOMIC-FORCE MICROSCOPE..... 528
Abzhanova Sh., Mukhtarhanova R., Zhangabay A., Kaldarova G.
DEVELOPMENT OF MEAT PRODUCTS OF MEAT LAMB…… 534
Dzhumagalyeva A.N.
e-LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS AND THEIR ABILITY..... 537
Bolatbekuly O., Aitoreyev M.Zh., Nazarbek U.B.
DEVELOPMENT OF COMPOSITION AND METHOD FOR PRODUCING LIQUID COMPLEX FERTILIZER WITH STABILIZING ADDITIVES..... 541
Shadiyarova A.A., Kuykabaeva A.A., Ospanova Sh. S., Nurmukhanova A.Z.
ENVIROMENTAL IMPACT ASSESSMENT FROM RECYCLING COMPONENTS OF THE SOLAR ENERGY SYSTEM FOR AUTONOMOUS ENERGY-SAVING AN APARTMENT HOUSE…….. 545
Issakova A.M., Soltybayeva B.E.
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION OF CRACKERS WITH THE USE OF UNCONVENTIONAL RAW MATERIAL..... 547
Manap H.R., Serikkyzy M.S., Kyzyr K.
RESEARCH ROSEHIP POWDER FOR PATES OF MEAT FUNCTIONAL FOOD POULTRY…….. 553
Kurmangeldieva R.B, Mahasheva A.K.
"INFORMATION SECURITY FUNDAMENTALS" METHODICAL MAINTENANCE OF DISCIPLINE… 557
Zhumagulova J.A., Zhumabayev A.K., Nurmuhanova A.Z., Zulbuharova E.M.
STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF MAGNETODIODES..... 561
Rustemova S.S., Nurmuhanova A.Z.
PECULIARITIES OF ENTERING THE MANAGEMENT OF QUALITY TO THE INSTITUTES…….. 565

Редакторы:
Н.Ф. Федосенко
Верстка на компьютере:
Л. Касжанова

Подписано в печать 12.11.2016 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{8}$. Усл. п.л 35,3.
Тираж 500 экз. Заказ №175.

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНИТУ каб. 904, тел. 292-63-46
Департамент по связям с общественностью КазНИТУ
Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева