

Ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnaliga  
1997 yil Iyul oyida asos solingan bulib jurnal  
uch oyda bir marta chiqadi

**Ta'asischilar:**

Navoiy kon-metallurgiya kombinati Davlat korxonasi,  
Navoiy davlat konchilik instituti,  
O'zbekiston geotexnologiya va rangli metallurgiya  
ilmiy-tadqiqot va kidiruv - loyihalashtirish instituti  
«O'ZGEORANGMETLITI»

**Moliyaviy qo'llab quvvatlovchilar:**

«Navoiy KMK» DK,  
«Olmaliq KMK» OAJ,  
«O'ZGEORANGMETLITI» DUK

**Bosh muharrir:**

Norov Yu.D.

**Bosh muharrir o'rinbosarlari:**

Salomov F.I., Shemetov P.A.

**Tahririyat kengashi:**

Abduraxmonov S.A., Bekmurzayev B.B., Bibik I.P.,  
Gulyamov B.V., Isokov M.U., Kosimov M.O.,  
Muxiddinov B.F., Popov Ye.L., Raimjanov B.R.,  
Rahimov V.R., Sagdiyeva M.G., Sanakulov K.S.,  
Sattarov G.S., Sniitka N.P., Turesebekov A.X.,  
Farmanov A.K., Xalikulov E.X., Yakubov M.M.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot  
Agentligida 2006 yil 13 dekabr kuni ro'yxatga olin-  
gan bulib qayd etish guvohnomasi № 0033.  
ISSN 2181-7383

Jurnalda ma'lumotlar bosilganda dalillar  
ko'rsatilishi shart

Jurnalda chop etilgan ma'lumot va keltirilgan  
dalillarning aniqligi uchun muallif javobgardir

**Tahririyat manzili:**

210100, Navoiy shahri, Janubiy ko'chasi 27a,  
Navoiy davlat konchilik instituti  
Tel.: 8 (436) 770-20-48, faks: 770-29-32  
210300, Zarafshon shahri, NKMK  
Markaziy kon boshqarmasi, Ma'muriy binosi  
Tel.: 8 (436) 5770438, 5770354, 5770225  
Faks: 8 (436) 5721015

**E-mail:** I.Bibik@cru.ngmk.uz

Z.Hakberdieva@cru.ngmk.uz

E.Romanova@cru.ngmk.uz

**Sayt:** <http://www.ngmk.uz>, [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

**Kompyuter sahifasi:**

Romanova E.Yu.

**Tahliliy guruh:**

Hodjaeva Sh.R., Norov J.A.,  
Sayfiyeva X. S., Zairova F.Yu.

**Dizayn:**

Ubaydullayev Y.B., Umarov I.A.

**Jurnalning chop etilishi va elektron shaklini****yanqilab boruvchi mas'ul:**

Davlatov B.R.

**Chop qilindi:**

NKMK bosmaxonasida  
210100, Navoiy shahri, Janubiy ko'chasi, 25  
Tel: 8 (436) 5777556, 5778019

Nashr etishga 09.01.2014 y. imzolandi  
A3 formatda

Adadi 550 nusxa

**MUNDARIJA / СОДЕРЖАНИЕ****GEOTEKNOLOGIYA VA BOYITISH /  
ГЕОТЕХНОЛОГИЯ И ОБОГАЩЕНИЕ**

<b>Санакулов К.С., Снитка Н.П., Хван А.Б.</b> Обогащение полезных ископаемых методом флотации: историческое развитие.....	3
<b>Рахимов В.Р., Ишанходжаев З.К.</b> Единичная оценка комплексной руды.....	6
<b>Малухин Н.Г., Маркелов С.В., Баймурзаев Х.Р.</b> Особенности фильтрации выщелачивающих растворов при доработке уранового месторождения.....	11
<b>Шеметов П.А., Очиллов Ш.А.</b> Совершенствование и развитие взрывных работ в Узбекистане.....	14
<b>Норов Ю.Д., Заиров Ш.Ш., Джаббаров М.Н., Тухташев А.Б., Очиллов Ш.А.</b> Численное моделирование истечения продуктов детонации из скважины при взрыве заряда взрывчатых веществ.....	19
<b>Воробьев А.Е., Аникин А.В., Ашихмин А.А.</b> Обоснование методики анализа и синтеза организационно-технических решений при формировании программы развития золотодобывающего предприятия.....	23
<b>Крюгер Р.А.</b> Переработка золошлаков ТЭС: создание индустрии устойчивого потребления угольной золы.....	26
<b>Юсупходжаев А.А., Худояров С.А., Мирзаянова С.Б.</b> Использование физических свойств компонентов шихты для анализа металлургических процессов.....	30
<b>Мустакимов О.М., Сапаров А.Б., Шарафутдинов У.З.</b> Современное состояние производства урана в Навоийском ГМК.....	33
<b>Ослоповский С.А., Володин А.И., Ткаченко Е.С., Петухов О.Ф.</b> Интенсификация процесса сгущения пульпы в модифицированном радиальном сгустителе.....	36
<b>Мислибоев И.Т., Джаббаров М.Н., Таджиев Ш.Т., Пардаев Ф.Ш., Эргашев О.С.</b> Теоретическое обоснование возможности дезагрегации крепких горных пород при проведении подземных горных выработок.....	38
<b>Таджиев Ш.Т., Бекпулатов Ж.М., Пардаев Ф.Ш., Эргашев О.С.</b> Технология усреднения руд при подземной добыче на сложно-структурных месторождениях.....	42
<b>Аликулов Ш.Ш., Каримов И.А., Бекпулатов Ж.М.</b> Оценка гидродинамических параметров при подземном выщелачивании руд.....	46
<b>Аликулов Ш.Ш., Каримов И.А., Бекпулатов Ж.М.</b> Повышение эффективности и увеличение производительности при подземном выщелачивании руд.....	52

**ГЕОЛОГИЯ / ГЕОЛОГИЯ**

<b>Акбаров Х.А., Мирходжаев Б.И., Мирзаева Г.А., Асабаев Д.Х.</b> Прогноз - поиск - оценка или системный подход - залог наращивания запасов минерального сырья.....	54
<b>Мовлонов Ж.Ж.</b> Рудоносность и космоструктурные особенности размещения золото-редкометалльного оруденения западной части Южно-Нуратинских гор.....	59
<b>Садыкова Л.Р.</b> Геодинамика и металлогения медно-порфировых руд Срединного Тянь-Шаня.....	64

**ГЕОМЕХАНИКА / ГЕОМЕХАНИКА**

<b>Султанов К.С., Халикулов Э.Х., Логинов П.В.</b> Оценка напряженно-деформированного состояния Восточного борта карьера Мурунтау с размещенным на нём комплексом КНК-270.....	66
<b>Султанов К.С., Халикулов Э.Х., Логинов П.В.</b> Комплексная модель оценки напряженно-деформированного состояния опор и конструкции КНК-270.....	69

Научно-технический  
и производственный журнал  
издается с июля 1997 года

**Выходит один раз в три месяца**

**Учредители:**

Государственное предприятие Навоийский  
горно-металлургический комбинат,  
Навоийский государственный горный институт,  
Государственное унитарное предприятие  
Узбекский научно-исследовательский  
и проектный институт геотехнологии и цветной  
металлургии «O'zGEORANGMETLITI»

**При финансовой поддержке:**

ГП «Навоийский ГМК»,  
ОАО «Алмалыкский ГМК»,  
ГУП «O'zGEORANGMETLITI»

**Главный редактор:**

Норов Ю.Д.

**Зам. главного редактора:**

Саломов Ф.И., Шеметов П.А.

**Редакционный совет:**

Абдурахмонов С.А., Бекмурзаев Б.Б., Бибиб И.П.,  
Гулямов Б.В., Исоков М.У., Косимов М.О.,  
Мухиддинов Б.Ф., Попов Е.Л., Раимжанов Б.Р.,  
Рахимов В.Р., Сагдиева М.Г., Санакулов К.С.,  
Саттаров Г.С., Снитка Н.П., Турсебеков А.Х.,  
Фарманов А.К., Халикулов Э.Х., Якубов М.М.

Журнал зарегистрирован в узбекском  
Агентстве по печати и информации

Регистрационное свидетельство за № 0033  
от 13 декабря 2006 г. ISSN 2181-7383

При перепечатке материалов ссылка на журнал  
обязательна

За точность фактов и достоверность  
информации ответственность несут авторы

**Адрес редакции:**

210100, г. Навоий, ул. Южная, 27а,  
Навоийский государственный горный институт  
Тел. 8 (436) 770-20-48, факс 770-29-32  
210300, г. Зарафшан, Административный кор-  
пус, Центральное рудоуправление НГМК  
Тел. 8 (436) 5770438, 5770354, 5770225  
Факс 8 (436) 5721015

**E-mail:** I.Bibik@cru.ngmk.uz  
Z.Hakberdieva@cru.ngmk.uz  
E.Romanova@cru.ngmk.uz

**Сайт:** <http://www.ngmk.uz>, [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

**Компьютерная верстка:**

Романова Е.Ю.

**Аналитическая группа:**

Заирова Ф.Ю., Норов Ж.А., Сайфиева Х.С.,  
Ходжиева Ш.Р.

**Дизайн:**

Убайдуллаев Ю.Б., Умаров И.А.

**Ответственный за публикацию и обновле-  
ние электронной формы журнала:**

Давлатов Б.Р.

**Отпечатано:**

в типографии НГМК  
210100, г. Навои, ул. Южная, 25  
Тел. 8 (436) 5777556, 5778019

Подписано в печать 09.01.2014 г.  
Формат А3

Тираж 550 экз.

**Бекбаев Г.К.** Методика применения геодезических спутниковых при-  
емников при создании и реконструкции сетей сгущения ..... 72

**GEOTEХNIKA / GEOTEХNIKA**

**Трофимов Н.В., Фадеева А.К.** Обзор современных способов очистки  
двигателей внутреннего сгорания..... 78

**INNOVATSIYALAR / ИННОВАЦИИ**

**Кадырова А.А.** XVIII-ая международная научно-практическая конфе-  
ренция «Инновация-2013»: формирование инновационной культуры.... 87

**Сайидкосимов С.С.** Интеграция науки и производства в области  
недропользования: один из путей интенсификации инновационного  
развития..... 89

**ILMIY-LABORATORIYA IZLANISHLARI /  
НАУЧНО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ**

**Базаров М.Б., Кульмуратов Н.Р., Рахматов С.С.** Оценка эффектив-  
ности автоматизированного дробильно - сортировочного производст-  
ва ..... 91

**Муродов Н.М., Муродов Ш.М.** Изучение физико- механических  
свойств почвы в период основной обработки ..... 97

**Хамраев К.Ш., Мухиддинов Б.Ф., Жуманазаров Р.Б., Валоев Х.М.,  
Умрзаков А.Т.** Гетерогенно-каталитический синтез винилхлорида ..... 99

**Собиров М.М. Таджиев С.М.** Изучение процесса получения жидкой  
супендированной фосфорсодержащей селитры..... 103

**Худайбердиев Ш.М.** Разработка структурной схемы насосного агре-  
гата в режиме стабилизации уровня жидкости..... 106

**Тошов Ж.Б., Сувонов Ф.О.** Оценка статических состояний систем с  
распределенными параметрами применительно к месторождениям  
полезных ископаемых..... 109

**Набиев А.Н.** Исследования свойств поверхности полианилиновых  
сорбентов с применением метода ионообменной адсорбции в вод-  
ном растворе..... 111

**Ахметов А.А., Инояттов И.А.** Факторы, влияющие на конструктив-  
ные параметры уплотняющих рабочих органов почвообрабатываю-  
щей машины..... 113

**EKOLOGIYA VA TEXNIKAVIY HAVFSIZLIGI /  
ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Воробьев А.Е., Чекушина Е.В., Рыгзынов Ч.Ц.** Мониторинг чрезвы-  
чайных ситуаций при разрушении залежей газовых гидратов..... 115

**FAN VA TA'LIM / НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ**

**Нуруллаев Ж., Джураева Д.Д., Хакимова С.С., Рахматов С.С.**  
Абдулла авлонийнинг «Туркий гулистон ёхуд ахлоқ» асарига ахлоқий  
тарбия ҳақида..... 119

**Қаршиев Р.М., Қурбонов Х.Р.** Озод юрда - обод турмуш (Президент  
нутқини тинглаб) ..... 123

**Мурадов Ш.М.** Замонавий дарс – талабаларни фаол фикрлашга  
ўргатиш дарсидир..... 126

**Раупов Х.Р.** Жалолиддин мангуберди - мардлик ва қахрамонлик  
тимсоли..... 130

**MA'LUMOT / ИНФОРМАЦИЯ**

Книжные новинки..... 132

**REKLAMA / РЕКЛАМА**

**На 2 стр. обложки:** «Normet international LTD»

**На 3 стр. обложки:** «Центральное рудоуправление НГМК»

**На 4 стр. обложки:** «Atlas Copco»

## ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ МЕТОДОМ ФЛОТАЦИИ: ИСТОРИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

Санакулов К.С., генеральный директор НГМК, докт. техн. наук; Снитка Н.П., главный инженер НГМК; Хван А.Б., заместитель начальника технологического отдела НГМК

*Maqolada foydali qazilmalarni boyitish bo'yicha flotasion jarayon rivojlanishi, hamda Imhoflot flotasion mashinasi ish jarayoni va NGMKda ishlab chiqilgan flotasion mashinasining, o'hshash tuzilishi, ko'rsatilgan.*

*Tayanch iboralar: foydali qazilmalarni boyitish, flotasiya metodi, fizik-kimyoviy va mineralogik tarkibi, qiyinboyitiladigan qazilmalar, mineral boyliklarning gravitasiya va radioaktiv hossalari, ekonomik va ekologik texnologiyalari, mexanik flotasiya mashinalari, rudani qayta ishlash texnologiyasi.*

*This article describes the development of flotation process and mineral processing as well as the performance of Imhoflot flotation cell and flotation cell of similar design developed at NMMC.*

*Keywords: mineral processing, flotation method, physical and chemical and mineralogical structure, minerals, gravitational and radioactive properties mineral of riches, economic and ecological technology, floatation and mechanical cars, technology of processing of ore.*

Полезные ископаемые, добываемые из недр земли, составляют материальную основу и являются сырьем для различных отраслей промышленности. Современные рудные месторождения по содержанию ценных компонентов на порядок уступают тем, которые разрабатывались в середине прошлого века, - богатые запасы уже давно исчерпаны.

Разрабатываемые и предстоящие к разработке месторождения по физико-химическому, минералогическому составу вынуждают применять современные, нетрадиционные подходы, обеспечивающие экономически и экологически эффективные технологии обогащения труднообогатимого рудного сырья. Например, в настоящее время содержание железа в железной руде составляет 20-25%, меди ~ 0,5%, молибдена ~ 0,01%, золота и серебра несколько грамм на 1 т руды. При этом с вовлечением в разработку труднодоступных месторождений добыча и переработка этих полезных ископаемых усложняется, что ведет к повышению затрат на их извлечение.

В этих условиях значительная часть минерально-сырьевых ресурсов месторождений не предусматривается к использованию по технико-экономическим соображениям. Это обстоятельство наряду с возрастающими потребностями в минеральном сырье на фоне закономерного снижения содержания ценных компонентов в полезных ископаемых определяет необходимость создания комплекса научно-технических методов, обеспечивающих возможность использования также отходов горно-металлургических производств. Результатом создания таких методов является возможность получения дополнительной продукции и продления срока устойчивой работы горно-перерабатывающих предприятий с их адаптацией к новым экономическим условиям.

В зависимости от характера нахождения ценных компонентов в рудах эволюционным путем развива-

ются технологические приемы их обогащения. Поэтому, технический прогресс в горном деле создал значительное количество процессов обогащения, использующих различие в свойствах компонентов в составе руд. Переработка руд основана на многих тонких явлениях, которые изучаются благодаря достижениям физики, химии и механики. При этом используются гравитационные, флотационные, электрические, магнитные, люминесцентные и радиоактивные свойства минерального сырья, физико-химические свойства поверхности минералов.

При обогащении применяются вибрационные, ультразвуковые, электрохимические и механические воздействия на минеральное сырье. Существуют биологические методы сепарации.

В начале XIX века (1806 г.) французским физиком П. Лапласом, а затем англичанином Т. Юнгом были развиты основы физико-химической теории поверхностных и капиллярных явлений, которые стали базой для флотационного метода обогащения сульфидных руд. В конце 70-х гг. этого же столетия американский ученый В. Гиббс выдвинул гипотезы о поверхностной энергии и адсорбции. Эти явления также глубоко изучались учеными Л.Г. Гурвичем, И. Лэнгмюром и В. Гаркинсом. В 1879 г. была опубликована работа профессора И.С. Громеки по теории капилляров, объясняющая смачивание. Советский академик П.А. Ребиндер создал в 30-х гг. прошлого столетия обобщенную теорию физикохимии поверхностных явлений и основ флотации, которая с тех пор не претерпела сколько-нибудь значительных изменений.

Официальной датой возникновения флотации как метода разделения минералов можно считать дату выдачи патента на способ масляной флотации В. Хайнсу (Англия) - 23 августа 1860 г. Однако этот патент не получил широкого распространения из-за высокого расхода масла. Братья Бессель (Германия) в



Рис. 1. Колонная флотомашина

1877 г. получили патент на прообраз современного пенного флотационного процесса, который предназначался для извлечения графита из руды. Значительное влияние на развитие современной теории флотации имели работы зарубежных и отечественных ученых: А. Таггарта, А. Годэна (США), И. Уорка (Австралия), П. Ребиндера, Б. Дерягина, А. Фрумкина, В. Глембоцкого, В. Классена и многих других. Дальнейшее развитие флотационного процесса связано с совершенствованием флотационных аппаратов и с успехами химии (разработка новых синтетических водорастворимых реагентов). Эти первые разработки относятся по времени к 1906-1923 гг.

В 1904 г., когда обогащение полезных ископаемых делало лишь первые шаги, в Мариуполе (Россия) работала обогатительная фабрика по извлечению графита, где применялось кипячение графит-содержащей пульпы, а для облегчения прилипания частиц графита к воздушным пузырькам использовался керосин.

Бурный рост процесса флотации как метода обогащения в отечественной практике приходится на 50-е гг. двадцатого столетия. Наряду с этим, применение флотационного обогащения сульфидных руд, на базе накопленных знаний, также, стремительно велись работы по созданию новых конструкций флотационных машин большой единичной мощности. В настоящее время применяются флотационные машины с объемом камер 100 и более м<sup>3</sup> каждая. При этом необходимо отметить, что с ухудшением горно-геологических условий во многих месторождениях мира параллельно проводились исследовательские, опытно-промышленные работы по созданию принципиально новых, экономически эффективных конструкций флотационных машин. В этих целях в начале восьмидесятых годов прошлого столетия начались испытания колонных флотационных машин.

С момента появления первых флотационных колонн произошли значительные изменения в теории и практике технологического процесса флотации. На данном этапе машиностроители, ученые физики

и химики внесли много изменений в конструкции современных колонных флотационных машин, обеспечивающих высокое извлечение ценных компонентов из руд. В их числе высокое соотношение высоты колонны к ее диаметру (3:1), капельная система промывки пенных продуктов, технология автоматического управления уровнем пульпы и пены, принципиально новые аэрационные узлы, узлы распределения питания, транспортировки и удаления пены, системы подачи воздуха.

Создание новой системы аэрации вывело технологию колонной флотации на новый уровень. В данной системе диспергация является сердцевиной колонной флотации. При этом требуется обеспечить необходимое количество пузырьков определенного размера, требуемой площади поверхности и равномерного распределения по колонне. Для обеспечения равномерного распределения пузырьков, диспергатор должен быть снабжен определенными номинальными размерами пор. В этих целях разработаны разные конструкции диспергаторов: пористых, водно-воздушных, воздушных и саморегулирующих. Важную роль в работе флотационных колонн играет управление уровнем пульпы. Механические флотомашин представляют собой переливные аппараты, где уровень поддерживается регулированием высоты порога в конце камеры, а колонные флотомашин являются динамическими аппаратами, требующими постоянного активного управления уровнем в камере. Если уровень в колонне не поддерживается, то камера, либо переполнится, либо опустеет.

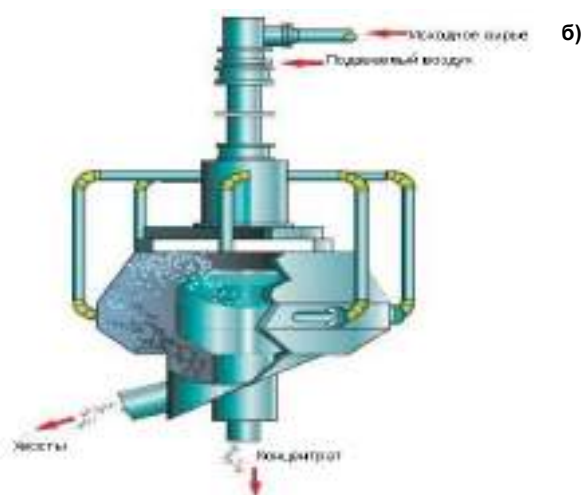
В ранних системах применялись пневматические пузырьковые трубки – ненадежные и склонные к запесочиванию. Последние разработки в ультразвуковых системах позволили надежно и точно замерять расстояния уровня в промышленных условиях. Возможность промывки пены в колонной флотомашине - одно из основных отличий колонной флотации от механической. Подача воды в пенный слой служит как для стабилизации пены, так и для удаления пустой породы, распределенной в водной фазе.

При увеличении диаметра колонн возрастает необходимость правильного распределения питания. Эффективная система распределения питания позволяет уменьшить высоту колонны без потерь в ее технологических показателях. Транспортировка пены от центра колонны к внешнему переливному желобу нередко приводит к её разрушению. В целях предотвращения подобных случаев колонна снабжается круглыми желобами, обеспечивающими максимум длины разгрузочного порога при минимальных потерях площади поверхности.

Колонные флотомашин на практике успешно применяются при обогащении цветных и благородных металлов (Cu, Ni, Pb, Zn, Mo, Nb, Au, Ag, Pt, и др.), железа обратной флотацией SiO<sub>2</sub> и нерудных материалов-фосфатов, каолина, угля и др., а также



а)



б)

Рис. 2. Общий вид (а) и схема работы (б) флотационной машины Imhoflot

при выделении органики и нефти из морских вод (рис. 1).

Кроме того, с начала 2000 г. активно проводятся исследовательские, опытно-конструкторские и внедренческие работы, на основе физико-химических и физико-механических знаний, по созданию усовершенствованных конструкций пневматических и центробежных флотационных машин.

Хотя пенная флотация является пневматической, термин «пневматическая флотация», как правило, применяется к пенной флотации, где аэрация пульпы происходит вне сепарационного бака и поэтому отличается от традиционной камерной флотации бакового типа. Наружная аэрация обычно достигается либо путем использования простой системы Вентури в спускной трубе, либо за счет применения специальной технологии образования мелких пузырей. Пневматическая машина Imhoflot, разработанная профессором Рейнером Имхоф использует последнюю систему (рис. 2, 3).

Пневматическая флотация успешно эксплуатируется в горной и нефти перерабатывающей, химической и других отраслях промышленности. Недавняя инновационная разработка, заключающаяся в использовании центробежных сил в сепарационном баке для быстрого удаления флотационной пены из хвостов, придала технологии новые аспекты. Флотомашин Imhoflot кардинально сократила размер флотационной установки и снизила основную сумму, необходимую для ее сооружения.

Пневматическая флотация не следует общепринятым правилам камерной флотации бакового типа. Концепция пневматической флотации Imhoflot очень проста. К примеру, берется освобожденная, правильно приготовленная, активированная и переработанная частица гидрофобного минерала. К данной частице присоединяется пузырь заданного размера. Воздушный пузырь поднимет присоединенную гидрофобную частицу и таким образом отделит от гидрофильных частиц, которые оседают на дно.

Этот процесс повторяется много тысяч раз в секунду. Сбор воздушных пузырьков дает возможность получения максимального извлечения гидрофобного минерала. В теории все выглядит просто, но на практике существуют явные ограничения. Однако этот пример показывает, что в пневматической флотации термин «время флотации», используемый во флотации бакового типа, не уместен. Также не бывает быстро флотируемых или медленно флотируемых минералов, если минерал правильно приготовлен.

Пневматическая флотация стремится достичь совершенства путем образования пузырей различных размеров в аэраторе. Самоотсасывающий аэратор использует высокую срезающую керамическую многоструйную систему Вентури, работающую с давлением около 2,5 бар. Размеры образовавшихся

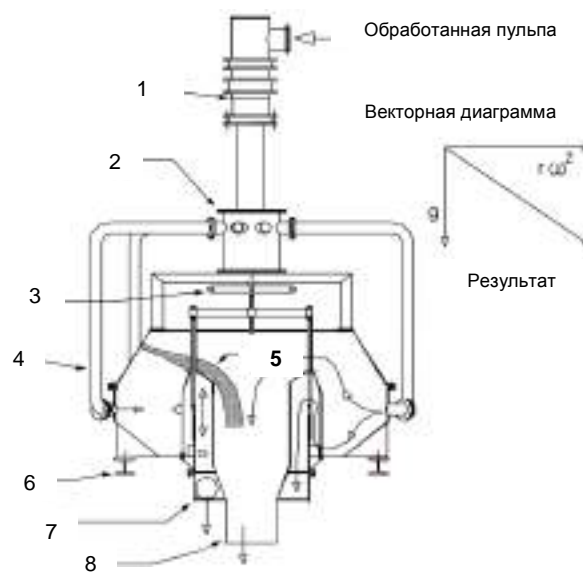
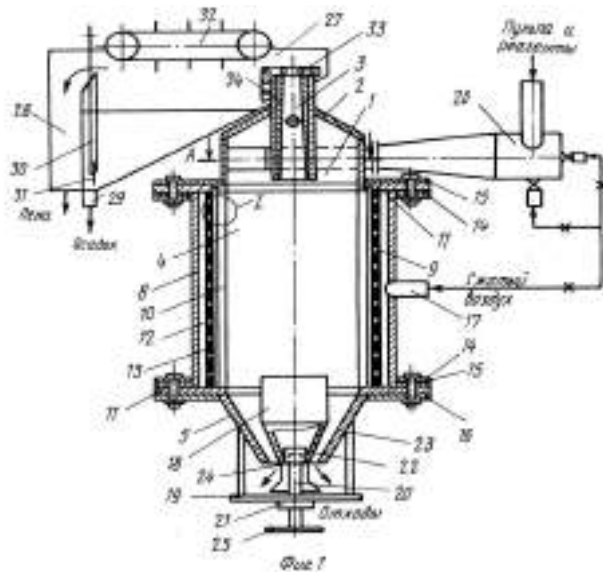


Рис. 3. Схематическое изображение флотационной машины Imhoflot: 1 - аэрационное устройство, 2 - распределитель пульпы, 3 - регулировка уровня, 4 - питающая труба, 5 - пена, 6 - опорная балка, 7 - тангенциальный выход, 8 - слив пены



**Рис. 4. Центробежная пневматическая флотационная машина:** 1. корпус; 2. верхний цилиндрический часть; 3. перфорированная труба; 4. средний цилиндрический часть; 5. нижний конический часть; 6. входной патрубков; 7. криволинейная перегородка; 8. сплошная стенка; 9. внутренняя перфорированная труба; 10. колосники; 11. торцовая кольца; 12. воздушная камера; 13. пористая перегородка; 14. фланцы; 15. прокладки; 16. фланцы; 17. патрубок; 18. стенка подставка; 19. кронштейн; 20. винт; 21. гайка; 22. бобышки; 23. стержни; 24. пустотелый коппак; 25. штурвал; 26. сопла Лавалля; 27. камера; 28. желоб; 29. цилиндрический патрубков; 30. поперечная перегородка; 31. шибер; 32. пенатон скребковый; 33. перфорированный успокоитель пульпы; 34. цилиндрический вставок

пузырей начинаются от ультратонких и мелких пузырей размером от 10 микрон до пузырей размером 2-3 мм. Затем происходит сцепление пузырей. Если этого не произошло в аэраторе, тогда существует маленький шанс присоединения пузырей к частицам в распределителе или сепарационном баке. Для достижения наибольшего извлечения, хвосты сепарационного бака должны быть снова введены в аэратор во второй, третьей или последующих стадиях до полного достижения желаемого результата извлечения. Флотационная машина Imhoflot обеспечивает независимость процессов, составляющих пенную флотацию, т.е. подготовка минерала, рассеивание реагентов, аэрация, сцепление частиц с пузырями и отделение пены. Аналогичная конструкция флотационной машины разработана в НГМК (рис. 4).

Кроме флотации существует еще множество явлений, в которых основную роль играют процессы, происходящие на границе раздела фаз, и которые могут использоваться в обогащении.

Основные процессы разделения минералов обслуживаются разными предварительными и завершающими операциями, имеющими свою историю применения и развития, и без которых выполнение основной задачи не является возможным.

В заключение следует отметить особую важность всего комплекса этих процессов в современной деятельности человека, т.к. только после обогащения, извлеченные из недр ископаемые, становятся полезными.

#### Список литературы:

1. Л.А. Барский. Так ископаемые становятся полезными. М. Недра. – 1988. – 152 с.
2. Agricola G. (1556). *De Re Metallica*. Trans. Hoover H.C. and Hoover L.H. Dover Publications, N.Y. - 1950. – Book XIII.
3. В.А. Глембоцкий, В.И. Класен. Флотация. М. Недра– 1973–384 с.
4. Е.И. Назимко, докт. техн. наук., проф., *Краткая история развития обогащения полезных ископаемых*, УДК 622.7, Донецкий национальный технический университет
5. Ванкувер-Канада, 18-20 февраля 2006 года, «Современная технология колонной флотации», Представлено на выставке-конференции «Подготовка, обогащение и обезвоживание руд и минералов».
6. Майкл Баттерсби, Майкл Флетчер, Рейнер Имхоф, Эдриан Синх, и Франц Пьюдер, «Преимущества пневматического флотационного процесса Imhoflot G-Cell с центробежным удалением флотационной пены».

УДК 622.274; 622.32

© Рахимов В.Р., Ишанходжаев З.К. 2013 г.

## ЕДИНИЧНАЯ ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНОЙ РУДЫ

Рахимов В.Р., профессор кафедры «Геодезия и маркшейдерское дело» ТашГТУ, академик АН РУз, докт. техн. наук; Ишанходжаев З.К., научный сотрудник ТашГТУ

*Maqolada foydali qazilma konini umumlashtirilgan baholash metodi keltirilgan. Umumlashtirilgan baholash metodi ruda tarkibida uchraydigan komponentlarni hisobga olib foydali qazilmalar konida uchraydigan komponentlarni kompleks hisobga olish bilan amalga oshiriladi. Ruda tarkibida uchraydigan foydali qazilma komponentlarni aniqlash formulalari keltirilgan.*

*Tayanch iboralar: kon-metallurgiya kompleksi, foydali qazilmalarni qayta ishlash va maksimal ajratib olish, ruda tarkibi, ruda tarkibidagi qazilma komponentlari, umumlashtirilgan baholash metodlari, komponentlarni kompleks hisobga olish, komponentlarni aniqlash formulalari.*

The method of individual evaluation of complex deposits is described in this article. In this case the individual evaluation considers associate ore components that comply with deposit complexity records. Design formulas for determination of conversion factors of associated valuable components are also presented.

Keywords: mining and metallurgical complex, the maximum extraction and processing of minerals, composition of ore, components of minerals of composition of the ore, the generalized method of an assessment, complex calculation of components, formulas of definition of components.

В государственной программе Республики Узбекистан на 2012-2020 гг. огромное внимание уделяется развитию горно-металлургического комплекса путем внедрения современной технологии добычи переработки и передела рудной массы, обеспечивающего повышение комплексного использования минерального сырья, максимального извлечения всех промышленно-значимых попутных благородных и редких металлов из руд.

Решение данной проблемы реализуется путем разработки и внедрения инновационной техники и технологии геологоразведочных, горно-добычных работ, обогащения и металлургического передела с учетом свойств и технолого-минералогических характеристик рудного сырья [1, 2].

Совокупность доходов от реализации сопутствующих благородных и редких металлов превышает доходы от основных базовых (медь, молибден) в несколько раз, прибыль от реализации только золота и серебра в 1,5 раза превышает суммарную выручку от базовых металлов.

Практика показывает, что существенный объем доходов от реализации продукции ГМК при комплексном использовании руд дает возможность уменьшить количество добываемых руд в соответствующем объеме.

Ряд рудных месторождений Узбекистана отличается сложностью залегания рудных тел и уникальностью по количеству полезных компонентов, содержащихся в руде.

Запасы руд цветных металлов в основном сосредоточены в Алмалыкском рудном поле. Основным медным рудам сопутствуют более 15 видов цветных и благородных металлов, таких как золото, серебро, молибден, кадмий, индий, теллур, селен, рений, кобальт, никель, осмий и другие. Стратегической задачей при освоении таких месторождений является полное раскрытие экономического и геологического потенциала месторождения. Оконтуривание рудных тел путём целенаправленного снижения бортовое содержания обеспечивает разумную оптимизацию параметров месторождения и повышение эффективности его разработки.

Как правило, комплексное месторождение при освоении разбивается на оценочные блоки с различными показателями качества и количества руды. Оценку отдельного блока или месторождения удобнее производить в приведённых величинах (к 1 т или к 1 \$ США).

Отсюда возникает необходимость ввести такое понятие как единичная оценка - денежная ценность 1 т

руды. Единичная оценка состоит из следующих элементов: замыкающих затрат, затрат на добычу руды, ее переработку и получение металла, извлечения металла, разубоживания руды при добыче.

Характер замыкающих затрат предельный, другими словами это затраты, обеспечивающие нулевую рентабельность освоения месторождения. Общая расчетная формула (при оценке запасов в среднем):

$$r = 0.01 \cdot \hat{c}(1 - p)E_0E_m(Z_3 - \Pi_{гмц}), \quad (1)$$

где  $r$  - единичная рентная оценка, \$ США;  
 $\hat{c}$  - среднее содержание металла в руде, %;  
 $p$  - разубоживание, доли единицы;  
 $E_0$  - извлечение металла при обогащении;  
 $E_m$  - извлечение металла в металлургическом переделе;  
 $Z_3$  - замыкающие затраты на 1 т металла;  
 $\Pi_{гмц}$  - приведенные затраты на 1 т металла по горно-металлургическому циклу, \$ США/т.

При поблочной оценке запасов для каждого блока определяется соответствующая единичная оценка:

$$\Pi_{гмц} = C_{гмц} + EK_{гмц}, \quad (2)$$

где  $C_{гмц}$  - себестоимость 1 т металла, \$ США/т;  
 $K_{гмц}$  - удельные капитальные вложения на 1 т металла, (\$ США/год)/т;  
 $E$  - нормативный коэффициент эффективности, для оценки месторождений цветных металлов можно принять  $E = 0,12$ .

Приведённые затраты  $\Pi_{гмц}$  рассчитываются из всей совокупности затрат на 1 т руды при:

- обогащении руды:

$$\Pi_{гмц} = \frac{\Pi_d + \Pi_0}{0,01\hat{c}(1-p)E_0E_m} + \Pi_{прк} + \Pi_m, \quad (3)$$

- переработке необогащенной руды:

$$\Pi_{гмц} = \frac{\Pi_d + \Pi_{мг} + \Pi_{гпр}}{0,01\hat{c}(1-p)E_0E_m} + \Pi_{гпр} + \Pi_{мк}, \quad (4)$$

где  $\Pi_d$ -приведенные затраты на добычу 1 т руды, \$ США;

$\Pi_0$  - приведенные затраты на обогащение 1 т руды, \$ США;

$\Pi_m$  - приведенные затраты на металлургический передел на 1 т металла, \$ США;

$\Pi_{мг}$  - то же, на головные стадии передела, \$ США/т руды;

$\Pi_{мк}$ -то же, на конечные стадии металлургического передела, р/т металла;

Таблица 1

Числовой пример оценки комплексной руды

Наименование показателей	Ед. изм.	Показатели
Содержание в руде:		
1-го металла	%	2,2
2-го металла	%	2,6
3-го металла	У. ед./t	1,4
Разубоживание при добыче	-	0,10
Себестоимость добычи 1 t руды	\$ США/t	0,6
Себестоимость обогащения 1 t руды	\$ США/t	0,2
Себестоимость металлургич. передела:		
1 -го металла	\$ США/t	250
2-го металла	\$ США/t	50
3-го металла	\$ США/t	20
Удельные капитальные вложения		
в рудник	\$ США/год	5
в обогатительную фабрику	\$ США/год	2
в металлургическое производство		
1 -го металла	\$ США/год	500
2-го металла	\$ США/год	100
3-го металла	\$ США/год	200
Стоимость перевозки 1 g концентрата:		
1-го металла	\$ США/t	5
2-го металла	\$ США/t	3
3-го металла	\$ США/t	4
Цена:		
1 -го металла	\$ США/t	600
2-го металла	\$ США/t	200
3-го металла	\$ США/t	400
Замыкающие затраты		
а) в форме затрат на 1 \$ США произук.	\$ США/\$ США	0,90
б) в форме затрат на 1 t I -го металла	\$ США/t	543
Извлечение металлов в концентрат:		
1-го (с содержанием 10%)	У. ед.	0,80
2-го (с содержанием 25%)	У. ед.	0,85
3-го (с содержанием 20%)	У. ед.	0,90
Извлечение металлов из концентрата в готовую продукцию:		
1-го	У. ед.	0,95
2-го	У. ед.	0,95
3-го	У. ед.	0,95

$P_{тр}$  - транспортные расходы;  
 $p$  - руды, \$ США/t руды;  
 $k$  - концентрата, \$ США/t готового металла;  
 $p$  - полуфабриката, \$ США/t готового металла.

Для упрощения расчетов транспортные расходы можно принимать по тарифам на перевозки.

С учетом значения  $\Pi_{гмц}$  формула единичной оценки примет вид (5):

$$r = 0,01\epsilon(1 - p)E_0E_m[\Sigma_3 - (\Pi_{мрк} + \Pi_{м})] - (\Pi_D + \Pi_0)$$

(при обогащении руды) и (6):

$$r = 0,01\epsilon(1 - p)E_0E_m[\Sigma_3 - (\Pi_{мрк} + \Pi_{мк})] - (\Pi_D + \Pi_{ME} + \Pi_0)$$

(при переработке необогащенной руды).

В формулах предполагается, что руда содержит один полезный компонент. В нашем случае мы имеем дело с комплексными месторождениями, поэтому единичная оценка должна рассчитываться с учётом попутных полезных компонентов.

Приведённые затраты на 1 \$ США продукции в общем виде:

$$\Pi_{(s)} = \frac{\Pi_1 M + \Pi_2 M_2 + \dots + \Pi_n M_n}{\Pi_1 M_1 + \Pi_2 M_2 + \dots + \Pi_n M_n} = \frac{\Pi_2}{\sum_{i=1}^n \Pi_i M_i} \quad (7)$$

где  $\Pi_{(s)}$ , - приведённые затраты на 1 \$ США продукции;

$\Pi_{1,2,\dots,n}$  - приведённые затраты на 1 t 1-го, 2-го, n-го металла, выпускаемого за год, извлекаемого из 1 t руды и т. д.;

$\Pi$  - суммарные приведенные затраты на весь выпуск продукции.

Затраты на 1 t приведённого I-го (базового) металла:

$$\Pi'_1 = \frac{\Pi_2}{M_1 + M_2 k_{2/1} + \dots + M_n k_{n/1}} \quad (8)$$

где  $\Pi'_1$  - затраты на 1 t приведенного I-го металла;

$M_I$  - выпуск приведенного I-го металла;

$k_{n/1}$  - коэффициент для перевода количества n-го металла к количеству I-го металла.

Оценка в этом случае определяется следующим образом (табл. 1):

$$r = (\Sigma_3(s) - \Pi_{(s)}) \sum_{i=1}^n \Pi_i M_i \quad (9)$$

или:

$$r = (\Sigma_{31} - \Pi_1) M_1 \quad (10)$$

1. Первым шагом рассчитаем извлечение металлов из 1 t руды:

$$M_i = 0,01 - \epsilon(1 - p) E_0 E_m \cdot$$

- 1-го металла  $M_1 = 0,01 \cdot 2,2 \cdot (1,00 - 0,10) \cdot 0,8 \cdot 0,95 = 0,0150$  t;

- 2-го металла  $M_2 = 0,01 \cdot 2,6 \cdot (1,00 - 0,10) \cdot 0,85 \cdot 0,95 = 0,0189$  t;

- 3-го металла  $M_3 = 0,01 \cdot 1,4 \cdot (1,00 - 0,10) \cdot 0,90 \cdot 0,95 = 0,0108$  t.

2. Затраты на 1 t руды представляют собой суммарные эксплуатационные затраты, определяющие себестоимость продукции:

$$C_{змп} = \Pi_D + \Pi_0 + \sum_{i=1}^n \frac{M_i}{r_{гм}} \Sigma_{3mi} + \sum_{i=1}^n \Sigma_{3mi} M_i$$

$$0.6 - 0.2 - \frac{0.0150 \cdot 100}{10} \cdot 5 - \frac{0.0189 \cdot 100}{25} \cdot 3 - \frac{0.0108 \cdot 100}{20} \cdot 4 + 0.0150 \cdot 250 + 0.0189 \cdot 50 + 0.0108 \cdot 20 = 7.1\$$$

3. Капитальные затраты (удельные, отнесенные к 1 t руды) складываются из капитальных вложений в рудник, обогатительную фабрику и металлургический передел каждого металла:

$$K_{\Sigma \text{мц}} = K_{\text{Д}} + K_{\text{О}} + K_{\text{ми}} M_i$$

$$5+2+0,0150 \cdot 500+0,0189 \cdot 100+0,0108 \cdot 200=18,6 \$ \text{ США.}$$

4. Приведенные затраты:

$$\Pi_{\text{гмц}} = C_{\text{гмц}} + EK_{\text{мц}}$$

$$7,1+0,12 \cdot 18,6=9,3 \$ \text{ США.}$$

5. Стоимость продукции величина обратная затратам:

$$\sum_{i=1}^n C_i M_i$$

$$9,0+3,8+4,3=17,1 \$ \text{ США.}$$

6. Приведенные затраты на 1 \$ продукции:

$$\Pi_{(\$)} = \frac{\Pi_{\text{гмц}}}{\sum_{i=1}^n C_i M_i}$$

$$9,3/17,1=0,54 \$ \text{ США.}$$

7. Выпуск приведенного 1-го металла в комплексной руде рассчитывается по формуле аналогичной формуле расчёта переводных коэффициентов. Переводные коэффициенты  $k$ , позволяют оценивать выпуск попутных металлов в размерность базового металла:

$$M'_1 = M_1 + M_2 k_{2/1} + \dots + M_n k_{n/1} \text{ t.}$$

$$0,0150 + 0,0189 \frac{200}{600} + 0,0108 \frac{400}{600} = 0,0150 +$$

$$+ 0,0189 \cdot 0,33 + 0,0108 \cdot 0,67 = 0,0150 +$$

$$+ 0,0062 + 0,0072 = 0,0284$$

8. Стоимость извлечения металлов, приведённых к базовому из 1 t руды выражают приведённые затраты на 1 t приведенного 1-го (базового) металла:

$$\Pi'_1 = \frac{\Pi_{\text{гмц}}}{M_1}$$

$$9,2: 0,0284=324 \$ \text{ США.}$$

Отметим, что выпуск приведенного 1-го металла может быть получен делением стоимости продукции на цену 1 t данного металла - 17,1:600, а приведённые затраты на 1 t приведенного 1-го металла умножением затрат на \$ США на его цену:

$$\Pi'_1 = \Pi_{(\$)} C_1$$

$$054 \cdot 600=324 \$ \text{ США.}$$

9. Единичная оценка 1 t руды соответственно формулам (9) и (10):

а)  $(0,90-054)17,1=6,2 \$ \text{ США;}$

б)  $(543-324)0,0284=6,2 \$ \text{ США.}$

Расчёт единичной оценки необходимо производить по разным вариантам бортового содержания базового элемента и по разным оцениваемым блокам. С целью исключения повторного вычисления одинаковых операций вручную разработана специальная таблица в программе MsExcel, предназначенная для расчёта единичной оценки после ввода соответствующих исходных данных.

Таким образом, единичная оценка является критерием, если мы сравниваем несколько вариантов обработки месторождения. Главным образом единичная оценка оценивает степень рентабельности освоения месторождения за вычетом приведённых затрат. Если мы имеем несколько вариантов оконтуривания месторождения с различными значениями бортового содержания, то оптимальным бортовым содержанием будет то, при котором единичная оценка более значительнее (максимальная).

При сопоставлении различных вариантов бортового содержания анализируют, как меняются геологические и технико-экономические показатели от варианта к варианту:

- форма и размеры рудных тел и возможности применения тех или иных систем разработки;
- общие запасы руды и металлов и, в зависимости от них, годовая производительность предприятия, срок обеспечения его балансовыми запасами;
- требуемые капиталовложения при различных мощностях предприятий и сроки их окупаемости;
- изменение годового выпуска продукции при разных вариантах;
- себестоимость единицы продукции и рентабельность предприятия при разных вариантах его производительности.

Недостатком единичной оценки является сложность определения замыкающих затрат, которые получают при решении оптимизационной прогностической модели развития добывающей отрасли, и которым достигается минимум затрат производителей и максимум эффекта у потребителей при полном удовлетворении народно хозяйственной потребности. При приближённом определении замыкающих затрат может быть использован метод ранжирования месторождений по величине удельных приведённых затрат на получение конечной продукции из добываемого сырья. Все действующие и намечаемые к вводу в разработку месторождения выстраиваются в ряд по убывающей эффективности, причём по каждому источнику указывается его годовая мощность или долевое участие в общем объёме производства. Далее отбираются, начиная с наилучших, те месторождения, которые обеспечивают большее удовлетворение потребности в данной продукции. Затраты по объектам, завершающим этот ряд, принимаются в качестве замыкающих. Месторождения, оставшиеся за пределами ряда, характеризуются более высокими (по сравнению с замыкающими) приведёнными затратами; они составят резерв минеральных ресурсов для использо-

вания при появлении дополнительной потребности либо в отдалённой перспективе.

Уровень замыкающих затрат изменяется в связи с изменением потребности в отдельных видах минерального сырья, открытием и освоением новых месторождений и техническим прогрессом.

При построении оптимизационной модели месторождения и разработке аналитических приёмов оценки комплексного месторождения важно учитывать не только базовый элемент, по которому ведётся обоснование кондиций, но и попутные полезные компоненты. Экономический эффект от извлечения попутных компонентов из комплексной руды должен находить отражение при целенаправленном снижении бортового содержания, в результате чего можно добиться прироста запасов без снижения среднего содержания.

В комплексной руде не все компоненты имеют одинаковую ценность. Промышленное значение извлекаемых попутных компонентов определяют 3 критерия: оптовая стоимость металла, содержание в единице руды и затраты на геологическую разведку, обогащение и металлургический передел. При составлении переводных коэффициентов к базовому элементу важно учитывать вышеуказанные критерии.

Переводные коэффициенты для перехода от содержания одного компонента к другому в общем случае определяются из следующего равенства:

$$\hat{e}_1 E_1 C_1 = c_2^{экв} E_2 C_2 = \dots = c_n^{экв} E_n C_n, \quad (11)$$

где  $c_n^{экв}$  - содержание j-го металла, эквивалентное содержанию первого металла.

Отсюда переводной коэффициент от содержания j-го металла к содержанию i-го металла:

$$k_{j/l} = \frac{E_j C_j}{E_l C_l}. \quad (12)$$

С учётом затрат на обогатительной фабрике формула видоизменяется:

$$k_{j/l} = \frac{(C_{mj} - C_{ткj} - C_{mj}) E_{0j} E_{mj} - \frac{C_j}{(1-\pi)}}{(C_{mi} - C_{ткi} - C_{mi}) E_{0i} E_{mi} - \frac{C_i}{(1-\pi)}}, \quad (13)$$

где  $C_{mj}$  – цена j-го металла;

$C_{ткj}$  – стоимость транспортировки концентрата в расчёте на 1 t j-го металла;

$C_{mj}$  - себестоимость металлургического передела на 1 t j-го металла;

$E_{0j} E_{mj}$  – извлечение при обогащении и металлургическом переделе j-го металла;

$C_{гj}$  – норматив погашения затрат на геологиче-

скую разведку, \$/t погашенных запасов j-го металла;

$\pi$  - потери в недрах при добыче, доли единицы.

При расчётах по металлу в концентрате:

$$k_{j/l} = \frac{C_{mj} E_{0j} - \frac{C_j}{(1-\pi)}}{C_{mi} E_{0i} - \frac{C_i}{(1-\pi)}}. \quad (14)$$

Содержание j-го металла  $C_{ji}$ , приведённое к содержанию i-го металла  $C_{ji}$ :

$$C_{ji} = \hat{e}_j k_{j/l}. \quad (15)$$

Содержание  $C_n$  металлов, приведённое к содержанию i-го металла  $C_{iприв}$ :

$$\hat{e}_{iприв} = \hat{e}_i + k_{2/l} \hat{e}_2 + \dots + k_{n/l} \hat{e}_n. \quad (16)$$

Таким образом, приведённое содержание  $\hat{e}_{iприв}$  из n элементов, - это агрегированный показатель, представляющий сумму базового элемента и приведённых к нему попутных элементов.

За счёт комплексной оценки повышается извлекаемая ценность полезного ископаемого, следовательно, снижается предел бортового содержания и увеличивается количество запасов, тем самым расширяются параметры карьера. Либо можно снизить эксплуатационный коэффициент вскрыши и соответственно себестоимость добычи при неизменном бортовом содержании (контуре-карьера). Все это дает наиболее полно использовать геопотенциал месторождения. Дальнейшая оптимизация освоения комплексных рудных месторождений предлагается осуществлять за счёт снижения бортового содержания с учётом добавочной ценности от попутных элементов. Известно, что бортовое содержание величина дискретная, то есть непрерывно меняющаяся в определённом интервале, ограниченном верхним и нижним пределом. В зависимости от геологических, экономических, технологических и других факторов эта величина находит своё оптимальное значение и утверждается ГКЗ.

Однако, вследствие того, что любое месторождение представляет собой сложную систему с множеством параметров и сложными связями и того, что процесс освоения месторождения является динамическим, бортовое содержание должно изменяться дальше к своему нижнему пределу с учётом новых технологических достижений, динамики цен и роста попутных элементов.

Оптимально сниженное бортовое содержание позволяет рационально использовать ресурсный потенциал месторождения, поставить на баланс запасы, которые оказались бы за чертой промышленного освоения.

#### Список литературы:

1. В.Р. Рахимов, С.Г. Чунихин, С.И. Дабижа Геолого-технологические и экономические особенности освоения месторождений Алмалыкского рудного поля. Горный журнал 2009. Спец. выпуск стр. 113
2. В.Р. Рахимов, С.Г. Чунихин Переоценка крупных рудных штокерковых месторождений на основе комплексно-системно-динамического подхода. Горный Вестник Узбекистана № 4 2012 г. стр. 3.

## ОСОБЕННОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ ВЫЩЕЛАЧИВАЮЩИХ РАСТВОРОВ ПРИ ДОРАБОТКЕ УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Малухин Н.Г., зав. кафедрой «Геотехнология руд» РГГУ, докт. техн. наук; Маркелов С.В., профессор кафедры «Геотехнология руд» РГГУ, Баймурзаев Х.Р., аспирант кафедры «Геотехнология и руд» РГГУ

*Sabirsay konida uranni an'anaviy qazib olish keng qullamda tarqalgan, shu jumladan bir kancha kiyinchiliklarni keltirib chiqaradi, kondagi kolgan bushliklardagi kolib ketadigan foydali qazilmani qazib olishning tehnologik sxemasi kelitirilgan. Analitik tadqiqotlarga kura rudani qazib olishda suyuqlikni bosimini yukotilishiga olib keladi. Uni yukori sifatida loyihalash kerakli texnologik skvajinalarni joylashish sxemasi yukori urinda va ko`prok foydalanishini yulga kuyishdir. Er osti konlarni ishqorlab olishda filtrlanish ko`rsatkichlari juda ham katta ahamiyatga ega, shaxtani stvolidan foydalanish ishchi rastvorni yuboruvchi sifatida foydalanilgani uchun muallif tomonidan bu xolat filtrlanish ko`rsatkichini yaxshi tomonga o`zgartiradi.*

*Tayanch iboralar: texnologik sxema, uran konida qoldirilgan ustunlarni qazish, an'anaviy usulda qazish, gidravlik bosim, rudali massivning fizik parametrlari, texnologik skvajinalarining joylashuv sxemasi, filtrlri parametrlarning ko`rsatkichlari, analitik tadqiqot, shaxtaning stvoli, kern materiali, laboratoriya tadqiqotlari, principial sxema.*

*The process flowsheet of cleaning up of Sabirsay uranium deposit blocks after the completion of mining works according to the conventional method i.e. longwall with caving is presented in this article. The correlations of hydraulic pressure loss subject to physical parameters of rock ore are obtained on the basis of analytic researches which allow to develop highly reliable layout charts of process wells. Use of mine shaft for discharge allowed authors to enhance the indicators of filtration process parameters of borehole underground leaching.*

*Keywords: technological scheme, completion целиков uranium field, production by traditional way, hydraulic pressures, physical parameters of the ore massif, scheme of an arrangement of technological wells, filtrational parameters, borehole method of underground leaching, indicators of filtrational parameters, analytical researches, mine trunk, kernovy material, laboratory researches, schematic diagram.*

Месторождение Сабырсай, открытое в 1960 г. при разведке Кызылкумского региона (Узбекистан), в начале своего исторического пути эксплуатации обрабатывалось традиционным горным способом - лава с обрушением. В конце 1982 г. была завершена обработка таким способом предусмотренных проектом площадей основного шахтного поля. Балансовые запасы урана (по кондициям горных работ), приуроченные к охраняемым целикам, составили на этот период 25 - 28% от исходных.

Принципиальная схема расположения охраняемых целиков и шахтного ствола представлены на рис. 1.

Опытные работы, начатые в 1982 г. по обработке запасов урана в целиках способом скважинного подземного выщелачивания (СПВ), показали, в целом, эффективность промышленного внедрения данного способа разработки. Лабораторные исследования нового материала, отобранного при бурении технологических скважин (Блок 1) подтвердили, что отношение 6-ти валентного урана к 4-х валентному составило 90 - 95% по сравнению с 70 - 75% на стадии разведки месторождения.

Таким образом, на этапе традиционной обработки в результате проветривания эксплуатационных горных выработок была сформирована окислительная геохимическая обстановка, что и обеспечило максимальную степень окисления уранового оруденения.

При отработке способом СПВ была принята рядная схема расположения эксплуатационных скважин. Отношение количества нагнетательных скважин к откачным 2 - 3. Расстояние между рядами 30 - 50 м,

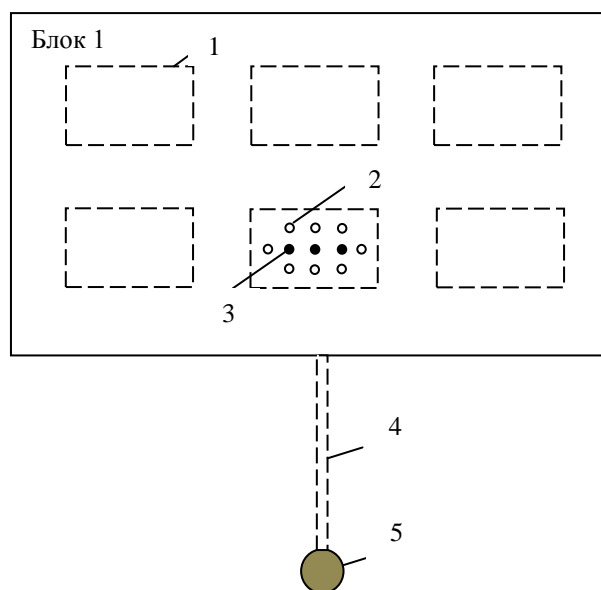


Рис. 1. Принципиальная схема расположения охраняемых целиков и шахтного ствола: 1 - целик, 2 - нагнетательная скважина, 3 - откачная скважина, 4 - выработки, 5 - шахтный ствол

Таблица 1

Геологические и технологические показатели параметров опытно-промышленного участка

№ блока	№ целика	Площадь целика, тыс. м <sup>2</sup>	Средняя рудная мощность, м	Объем руды, тыс. м <sup>3</sup>	Кол-во скважин, шт.	Кэф. фильтрации, м/д	Удельный расход Раствора, г м <sup>3</sup> /т	Среднее содержание металла, у.ед./л
I	1-1	8,5	6,50	55,25	9,0	3,3	1,05	0,048
	1-2	9,6	7,00	67,20	10,0		1,37	0,044
	1-3	7,8	6,12	47,74	8,0		1,25	0,036
	1-4	9,1	7,79	70,89	9,0		1,63	0,022
	1-5	7,3	9,20	67,16	8,0		2,12	0,031
	1-6	9,4	8,70	81,78	9,0		3,16	0,035

между скважинами в ряду 7 - 15 м. Геологические и технологические показатели параметров опытно-промышленного участка представлены в табл. 1.

Для оценки эффективности способа СПВ урана проведен сравнительный анализ кинетики перехода урана в раствор на основе эталонной кривой, построенной по результатам зависимостей усредненных значений концентраций урана в растворе от Ж:Т, при отработки СПВ блоков месторождений Кызылкумского региона: Букинай, Южный Букинай, Сугралы, Лявлякан (рис. 2).

Снижение содержания урана в растворе по сравнению с эталонной кривой следует объяснить более интенсивным развитием процессов химической и механической коагуляции при фильтровой зоне рудоносных пород за счет повышения минерализации продуктивных растворов и наличие твердых взвесей [1-3].

В табл. 1 приведены результаты снижения производительности технологических скважин. На втором этапе с целью совершенствования параметров гидродинамического режима доработки урана способом СПВ подачу рабочих растворов производили только через шахтный ствол, а откачка продуктивных растворов осуществлялась одновременно из всех техно-

логических скважин. Такая технологическая схема позволила, практически, исключить влияние процессов коагуляции на производительность скважин, что подтверждается характером кинетики перехода урана в раствор, рис. 2.

Научная оценка гидродинамических параметров технологии СПВ руд в естественном залегании (в целиках) основывается на аналитических исследованиях закономерностей фильтрации растворов в опытно-эксплуатационных блоках в процессе взаимодействия рудоносных пород с рабочими растворами. Это вызвано тем, что применяемые для геотехнологических расчетов зависимости на стадии проектирования схем выщелачивания металлов по фильтрационной гидродинамической схеме, как правило, не учитывают многообразие гидрогеологических и геотехнологических факторов, существенно влияющих на точность определения основных геотехнологических показателей.

Движения раствора реагента через толщу жидкости происходит при малой скорости, а следовательно потери напора на этом пути перемещения можно принять нулю.

При фильтрации раствора реагента по массиву выщелачиваемого целика потери напора должны соответствовать закономерности движения жидкости через поровый слой целика:

$$\Delta h = \lambda \frac{l}{d_{кан}} \cdot \frac{v_{кан}^2}{2g}, \quad (1)$$

где:  $\Delta h$  - потери напора выщелачивающего потока через поровой слой, м;

$\lambda$  - коэффициент гидравлического сопротивления;

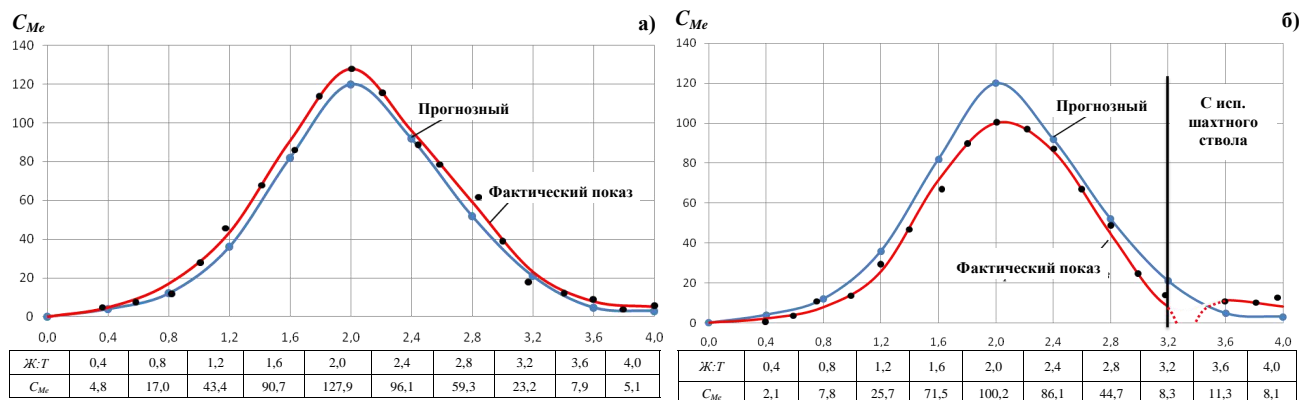


Рис. 2. Кинетика выхода урана в раствор в зависимости от Ж:Т для рядной схемы расположения скважин (а) и при использовании шахтного ствола (нагнетание) (б)

$l$  - длина пути фильтрации выщелачивающего реагента, м;

$d_{\text{кан}}$  - гидравлический диаметр порового канала, м;

$v_{\text{кан}}$  - реальная (истинная) скорость в поровом канале, м/с.

Коэффициент гидравлического сопротивления при ламинарном режиме течения жидкости равен:

$$\lambda = \frac{64}{Re_{\text{кан}}},$$

где:  $Re_{\text{кан}}$  - число Рейнольдса для порового канала.

$$Re_{\text{кан}} = \frac{v_{\text{кан}} \cdot d_{\text{кан}}}{\nu}, \quad v_{\text{кан}} = \frac{v_{\phi}}{\varepsilon},$$

где:  $v_{\phi}$  - скорость фильтрации, м/с.

Гидравлический диаметр порового канала соответствует отношению площади поперечного сечения этого канала к смоченному периметру:

$$d_{\text{кан}} = \frac{\omega_{\text{кан}}}{\chi_{\text{кан}}}, \quad (2)$$

где:  $\omega_{\text{кан}}$  - площадь поперечного сечения порового канала, м<sup>2</sup>;

$\chi_{\text{кан}}$  - смоченный периметр порового канала, м.

Преобразуем выражение (2):

$$d_{\text{кан}} = \frac{\omega_{\text{кан}} \cdot l}{\chi_{\text{кан}} \cdot l} = \frac{V}{C}, \quad (3)$$

где:  $l$  - длина порового канала, м;

$V$  - объем порового канала, м<sup>3</sup>;

$C$  - смоченный периметр порового канала, м.

Таким образом, гидравлический диаметр порового канала можно представить как отношение объема порового канала к площади его внутренней боковой поверхности.

Для порового слоя, состоящего из окатанных частиц, объем канала равен:

$$V = n_{\text{ч}} \cdot \frac{\pi \cdot d_{\text{т}}^3}{6} \cdot \frac{\varepsilon}{(1-\varepsilon)},$$

где:  $n_{\text{ч}}$  - количество частиц в поровом слое, шт;

$d_{\text{т}}$  - средний диаметр частиц, м.

Площадь внутренней боковой поверхности поровых каналов равна:

$$C = n_{\text{ч}} \cdot \frac{\pi \cdot d_{\text{т}}^2}{4}.$$

Тогда, гидравлический диаметр порового канала согласно выражению (3) равен:

$$d_{\text{кан}} = \frac{V}{C} = \frac{n_{\text{ч}} \cdot \frac{\pi \cdot d_{\text{т}}^3}{6} \cdot \frac{\varepsilon}{(1-\varepsilon)}}{n_{\text{ч}} \cdot \frac{\pi \cdot d_{\text{т}}^2}{4}} = \frac{2}{3} d_{\text{т}} \frac{\varepsilon}{(1-\varepsilon)}. \quad (4)$$

С учетом выражений  $v_{\text{кан}}$  и  $d_{\text{кан}}$ , число Рейнольдса для порового канала равно:

$$Re_{\text{кан}} = \frac{v_{\text{кан}} \cdot d_{\text{кан}}}{\nu} = \frac{v_{\phi} \cdot d_{\text{т}}}{\nu} \cdot \frac{2}{3} \frac{\varepsilon}{(1-\varepsilon)}.$$

Следовательно, потери напора при движении жидкости через поровый слой соответствуют уравнению:

$$\Delta h = \frac{64}{\frac{v_{\phi} \cdot d_{\text{т}}}{\nu} \cdot \frac{2}{3} \frac{\varepsilon}{(1-\varepsilon)}} \cdot \frac{l}{\frac{2}{3} d_{\text{т}} \frac{\varepsilon}{(1-\varepsilon)}} \cdot \frac{v_{\phi}^2}{\varepsilon^2 \cdot 2g} \quad (5)$$

или:

$$\Delta h = 72 \cdot \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \cdot \frac{\nu}{d_{\text{т}}^2 g} \cdot l \cdot v_{\phi}, \quad (6)$$

тогда скорость фильтрации равна:

$$v_{\phi} = (0,0139 \frac{\varepsilon^3}{(1-\varepsilon)^2} \cdot \frac{d_{\text{т}}^2 \cdot g}{\nu}) \cdot J, \quad (7)$$

где:  $J$  - гидравлический уклон ( $J = \frac{\Delta h}{l}$ );

$k_{\phi} = (0,0139 \frac{\varepsilon^3}{(1-\varepsilon)^2} \cdot \frac{d_{\text{т}}^2 \cdot g}{\nu})$  - коэффициент фильтрации, м/с.

Таким образом, коэффициент фильтрации зависит от порозности порового слоя  $\varepsilon$ , диаметра частиц  $d_{\text{т}}$ , вязкости фильтрующей жидкости  $\nu$ .

Коэффициент фильтрации в зависимости от порозности порового слоя  $\varepsilon$  представим в упрощенном виде:

$$\begin{aligned} \text{при } \varepsilon=0,4; k_{\phi} &= 24,7 \cdot 10^{-4} \frac{d_{\text{т}}^2 \cdot g}{\nu}, \\ \text{при } \varepsilon=0,35; k_{\phi} &= 21,7 \cdot 10^{-4} \frac{d_{\text{т}}^2 \cdot g}{\nu}. \end{aligned}$$

Таким образом, при скорости фильтрации  $v_{\phi} = 1,5$  м/с потери напора выщелачиваемого потока по целику равны:

$$\Delta h = 72 \cdot \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \cdot \frac{\nu}{d_{\text{т}}^2 g} \cdot l \cdot v_{\phi} \cdot K_{\text{п}}, \quad (8)$$

где:  $K_{\text{п}}$  - эмпирический коэффициент потерь гидравлического напора, учитывающий наличие глинистых разностей выполняющих поровый объем руд.

Для условия месторождения Сабьрсай  $K_{\text{п}} = 3,3 \cdot 10^{-4}$ .

Для  $\varepsilon = 0,4$ ;  $\nu = 1,01 \cdot 10^{-6}$ ;  $d_{\text{т}}^2 = 2 \text{ м}$ ;  $l = 10 \text{ м}$ ;

$$\Delta h = 72 \cdot \frac{(1-0,4)^2}{0,4^3} \cdot \frac{1,01 \cdot 10^{-6}}{(2 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 9,81} \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 3,3 \cdot 10^{-4} = 1,03 \text{ м}.$$

Тогда расчетное значение  $\Delta h$  составит 1,03 м при скорости фильтрации  $v_{\phi} = 1,5$  м/с.

Приведенные авторами расчеты по оценке потерь напоров при фильтрации жидкости от шахтного ствола до контуров целиков свидетельствуют о высокой сходимости с практическими результатами, полученными в опытно-промышленном блоке.

### Выводы

1. Полученные аналитические зависимости потери гидравлических напоров можно использовать на стадии проектирования для формирования эффективных скоростей фильтрации растворов выщелачивания при отработке целиков.

2. Представленные расчетные технологические параметры (скорость фильтрации, время фильтрации, отношения жидкого к твердому) позволяют более эффективно оценивать схемы расположения технологических скважин на стадии проектирования.

Список литературы:

1. Бочевер Ф.М., Гармонов И.В., Лебедев А.В., Шестаков В.М. Основы гидрогеологических расчетов. М.: Недра, 1965, 306 с.
2. Горно-химическая технология добычи урана. Кротков В.В., Лобанов Д.П., Нестеров Ю.В., и др. М.: ГЕОС, 2001, 368 с.
3. Добыча урана методом подземного выщелачивания. Под редакцией Мамилова В.А.. М.: Атомиздат, 1980, 248 с.

УДК 622.235(575.1)

© Шеметов П.А., Очилов Ш.А. 2013 г.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В УЗБЕКИСТАНЕ

Шеметов П.А., докт. техн. наук; Очилов Ш.А., ассистент кафедры «Макшейдерия» ТашГТУ

*Emulsion portlatish moddalarining reseptura sostavini takomillashtirish - portlatish ishlarini mexanizasiyalash, havfsizlik meyyorini oshirish va foydali qazilmalarini ochiq hamda yer osti usulida qazishdagi portlatish ishlarini mexanizasiyalash ishlarining samaradorligini oshirishda keng istiqbolli rejalarini yaratadi.*

*Tayanch iboralar: Receptur tarkib, pom ash yo tarkibiy qismlar, emul sion portlatish modda, portlatish ishlari, mexanizasiyalashtirish, xavfsizlik, ochiq va yer osti foydali qazilmalarni qazib olish, keng istiqbol, portlatish ishlarini iqtisodiy samaradorligi.*

*Improvement of the emulsion explosives composition, implementation of integrated mechanization of blasting operations, and mechanization and security upgrade in the process of blasting operations in open and underground conditions create broad prospects for improving the economic efficiency of blasting operations.*

*Keywords: Prescription structure, input products, emulsion explosive, explosive works, mechanization, safety which is open-cast and underground mining of minerals, wide prospect, economic efficiency of explosive works.*

На современном уровне развития промышленных взрывчатых веществ (ВВ) на горно - металлургических комбинатах Узбекистана применяются бестроиловые смесевые ВВ типа эмульсионных ВВ (ЭВВ) на Навоийском ГМК и типа водонаполненных ВВ (ВВВ) на Алмалыкском ГМК, менее чувствительных и более безопасных в обращении и применении, позволяющих использовать смесительно-зарядные машины (СЗМ). Работа в условиях рыночной экономики обусловила перед специалистами комбинатов необходимость поиска путей снижения себестоимости добываемого сырья. Взрывные работы являются одной из основных и весьма затратных операций (26 - 27%) при добыче и являются одним из источников снижения затрат на горнодобывающих предприятиях [1-3].

Взрывчатые характеристики ЭВВ типа Нобеланов и Нобелитов, производимых в Навоийском ГМК, приведены в табл. 1.

ЭВВ состоят из эмульсионной матрицы, смешиваемой со смесью аммиачной селитры – дизельное топливо (АС-ДТ). Эмульсионная матрица состоит из водного раствора окислителя, диспергированного в виде мелких капелек в жидком горючем, представляющем собой непрерывную фазу. Основой эмульсионной матрицы является

эмульгатор DN2000, применяемый в качестве поверхностно-активного и стабилизирующего реагента. Технологическая схема производства ЭВВ и зарядания скважин

Таблица 1

Взрывчатые характеристики ЭВВ

Показатели	Нобелит 2000-2050	Нобелан 2060-2090	Патронированные Нобелит-216Z
Теплота взрыва, кДж/кг	2600 – 2900	2914-3500	3191
Плотность заряжания, т/м <sup>3</sup>	1,05-1,27	0,93-0,98	1,15-1,23 (в патроне)
Скорость детонации, км/с	4,3–5,5	3,5-4,1	36 mm 3,5-4,5 38 mm 3,9-4,6 70 mm 4,0-5,0 90 mm 4,5-5,5
Кислородный баланс, %	-2,1; -2,5	-1,02; -1,07	0,92
Объем газов взрыва, л/кг	900-930	820-930	929
Критический диаметр детонации, мм	50	100	18
Водоустойчивость	Не ограничена	нет	Не ограничена

на горных работах представлена на рис. 1. В периодическом (порционном) процессе в смесительной ёмкости производится окислительный раствор на базе солей нитратов. В таком же периодическом процессе в смесительной ёмкости производится масляный раствор на базе минерального масла и эмульгатора. По достижению заданных параметров (температура, концентрация раствора, уровень Ph) оба раствора с автоматическим регулированием соотношения компонентов смеси перемешиваются в динамическом миксере, с образованием эмульсионной матрицы, в которой масло представляет собой непрерывную фазу. Для промежуточного хранения матрицу перекачивают в накопительные ёмкости. Из этой ёмкости матрица загружается в СЗМ и доставляется к месту производства взрывных работ, где матрица смешивается с присадками, сенсibiliзируется и подается во взрывные скважины.

Для определения оптимальных режимов и показателей работы технологического оборудования проведены исследования и опытно-промышленные работы по следующим направлениям: совершенствования рецептурного состава матричной эмульсии и технологии эмульгирования исходных растворов с целью возможности работы на сырьевых компонентах местных производителей, содержащем примеси; создание технологии высокоточного дозирования компонентов, эмульсии и готовой продукции, обеспечивающих соблюдение нормированных показателей по технологическим операциям.

С целью возможности использования дешевых сырьевых компонентов местного производства, проведена оценка качества эмульсии по показателю «Стабильность» при использовании различных образцов эмульгаторов. Методика приготовления эталонной эмульсии – по ТУ 7511903-631-93 «Эмульгатор полимерный для эмульсионных ВВ», ГосНИИ «Кристалл»; критерий стабильности – численное значение электрической ёмкости датчика, помещенного в эмульсию. Электрическая ёмкость оценивалась при термостатировании эмульсии при 80°C в течение 6 ч. Исследованы 15 образцов производства России, Украины, Великобритании, Бразилии, ЮАР с рН водной вытяжки от 5,8 до 9,7.

Модельные образцы эмульсии были изготовлены на лабораторной установке в соответствии с «Методикой на получение промышленных ЭВВ». В качестве исходного сырья использовали селитру аммиачную по ГОСТ 2-85, селитру натриевую по ГОСТ 828-77 (изготовитель ОАО «Азот» г. Березники), масло индустриальное марки И-20А по ГОСТ 20799-88 ( $r^{20}=0,863 \text{ г/см}^3$ ,  $n^{50}=19,4 \text{ сСт}$ ,  $t_{кр}=-15 \text{ }^\circ\text{C}$ ) и масло Nutex 801 (применяемое в технологии фирмы «Орика») ( $r^{20}=0,883 \text{ г/см}^3$ ,  $n^{50}=7,6 \text{ сСт}$ ,  $t_{кр}=-45 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Для изготовления эмульсии применяли раствор окислителей следующих составов:  $\text{NH}_4\text{NO}_3 - 66,7\%$ ,  $\text{NaNO}_3 - 17,2\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} - 16,1\%$ ;  $\text{NH}_4\text{NO}_3 - 81,7\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} - 18,3\%$ .

Проведенная оценка физической стабильности эмульсии при использовании различных образцов эмульгаторов показала, что критериями при выборе ингредиентов масляной фракции эмульсии для производства на заводе ЭВВ должны быть стоимость компонента, доступность его приобретения и аналитический входной контроль данных сырьевых компонентов или гарантия производителя соответствия качества продукции требованиям стандартов качества и техническим требованиям технологического регламента.

С целью возможности работы на сырьевых компонентах местных производителей, содержащих примеси, выполнены исследования по использованию при изготовлении ЭВВ сырьевых компонентов, поставляемых от альтернативных поставщиков. Использование АС в качестве компонента ВВ основано на ее способности выделения кислорода в реакции разложения, протекающей в экзотермическом режиме. Условие протекания такой реакции – высокотемпературный нагрев (свыше 300°C) и ударно-волновое воздействие на АС.

В ходе реакции каждый килограмм АС выделяет более 100 г кислорода и в первом приближении её можно рассматривать как низкочувствительное маломощное ВВ с энергией взрыва около 340 ккал /кг. АС, выпускаемая по ГОСТ 2-85, представляет собой капиллярно-пористые гранулы размером около 3 мм. Пористость гранул АС марок А и Б составляет 6-9%.

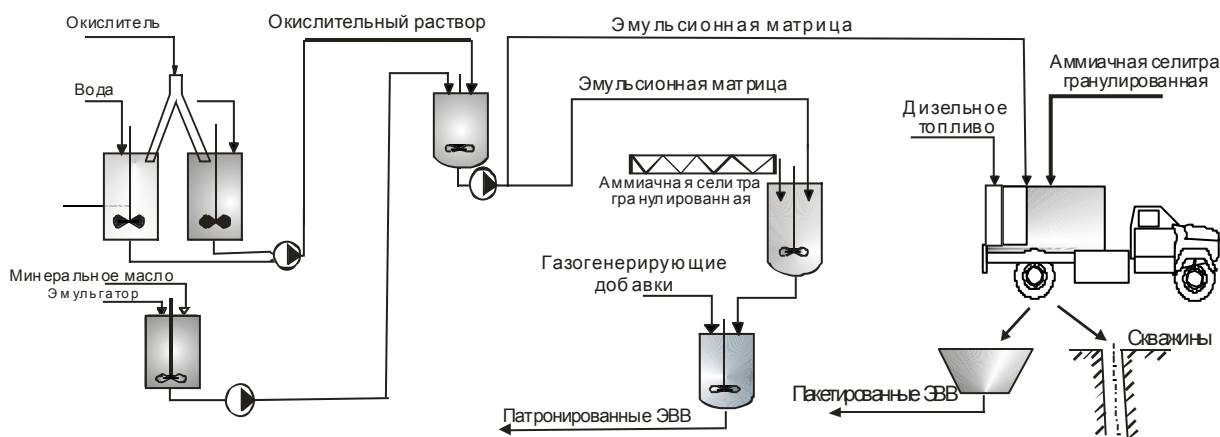


Рис. 1. Технологическая схема производства ЭВВ и заряжения скважин

Удерживающая способность селитры по отношению к жидкому нефтепродукту определяется адгезионной способностью системы «аммиачная селитра – дизельное топливо» и удельной поверхностью гранул АС, составляющей 2,5-3%. Для повышения поглощающей и удерживающей способностей используют специальную пористую АС. Установлено, что среднее значение удерживающей способности пористой гранулированной АС разных фирм-производителей составило: поставки фирмы «Norsk Hydro» Швеция – 99,7%; производства ОАО «Азот» г. Березники (Россия) – 98,3%; АО «Акрон» г. Новгород (Россия) – 97,3% и ОАО «Навоiazot» г. Навои (Узбекистан) – 86,0%. Экспериментальные исследования показали, что взрывчатые и детонационные характеристики составов типа ANFO, изготовляемых на местах ведения взрывных работ, с одинаковым содержанием дизельного топлива, приготавливаемых на основе пористой АС, имеют более высокие характеристики, чем приготавливаемые на основе АС общетехнического назначения производства ОАО «Навоiazot» г. Навои.

При использовании гранулированной АС производства ОАО «Навоiazot» для изготовления составов типа Нобелан-2080 расфасованного в мешкотару имело место после хранения расслоение на жидкую и твердую фазы, выделение экссудата на поверхности мешкотары, проявления слёживаемости. Основываясь на результатах, полученных в процессе опытно-промышленных работ по определению удерживающей способности АС, стоимости представленного сырья и опытно-промышленных полигонных испытаний на восприимчивость ЭВВ к детонационному импульсу предложено: для изготовления ЭВВ типа Нобелан-2080 расфасованного в мешкотару использовать АС производства ОАО «Азот» г. Березники (Россия); для выпуска ЭВВ типа Нобелан и Нобелит, изготавливаемых в процессе зарядания в СЗМ, использовать гранулированную АС производства ОАО «Навоiazot».

В результате проведенных исследований и опытно-промышленных работ технология применяемая на заводе по производству ЭВВ адаптирована под АС общетехнического назначения производимую ОАО «Навоiazot». Имеется реальная возможность замены сырьевых компонентов более доступными и дешевыми компонентами в составе игданита, матрицы и патронированных ЭВВ. В частности, при производстве игданита дизельное топливо может быть полностью или частично заменено отработанным машинным маслом, количество которого оценивается в 400-500 т/год. Реализация этого предложения требует проведения опытно-промышленных работ, оформления нормативно-технической документации, организации сбора, очистки и разработки ТУ на отработанное масло для использования его в составе игданита, определения порядка сбора, очистки, хранения и использования такого масла. Применение масла в составе игданита уменьшит расходы на взрывные работы на 300÷400 млн. сум/год.

Произвести равноценную по технологическим параметрам замену основных компонентов в составе ЭВВ, главными из которых является комплекс «эмульгатор +

минеральное масло», а также пористая и натриевая селитра при производстве патронированных ЭВВ, можно только с привлечением организаций, специализирующихся на разработке и применении взрывчатых составов.

В результате возможно получение ЭВВ, изготавливаемых по усовершенствованной рецептуре с аналогичными энергетическими характеристиками и более низкой (15÷20%) стоимостью. Одним из вариантов снижения стоимости ЭВВ может быть поставка комплекса «эмульгатор + минеральное масло» (масляный раствор), готового к употреблению. После проведения испытаний ЭВВ, изготовленных по усовершенствованной рецептуре, полученные результаты можно использовать в качестве технологической основы модернизации завода. Проведенные изыскательские работы по возможной замене сырьевых компонентов позволили перейти от поставок натриевой селитры с дальнего зарубежья, на поставки от производителя ближнего зарубежья. Проведена работа по подбору парафина более дешевого и отвечающего параметрам технологического процесса. В результате исследований и опытно-промышленных работ по использованию сырьевых компонентов и расходных материалов, поставляемых от разных поставщиков, отработаны технологические параметры и рецептура состава эмульсионной матрицы, что позволило снизить долю импортных сырьевых компонентов с 5,2% до 4,5÷4,0%.

В части приоритетов по дальнейшей работе по совершенствованию рецептурного состава производства завода ЭВВ предложены эмульсионные взрывчатые составы (ЭВС), в которых применена кальциевая селитра, увеличивающая энергетику взрыва; в раствор окислителей введен карбамид - ингибитор взаимодействия ЭВС и сульфидных пород, при отсутствии сульфидов его можно заменить селитрой аммиачной. Возможно исключение применения воска, парафина, уксусной кислоты, нитрита натрия (по степени воз действия на человеческий организм относится к 1-му классу опасности – чрезвычайно опасное вещество), раствора натриевого щелока, тиомочевины, шведской пористой селитры с их заменой петролатумом, микросферами или вспененным полистиролом. Намечен рост потребления ЭВВ с добавлением в водоустойчивые составы до 20-40% игданита. Рассматривая имеющиеся возможности, необходимо отметить, что использование карбамида в рецептурах ЭВВ достаточно распространено и имеет хорошие результаты их работоспособности. Раствор аммиачной селитры имеет температуру кристаллизации 160°C. Для снижения температуры кристаллизации в раствор окислителя добавляют натриевую селитру. Учитывая, что доля  $\text{NaNO}_3$  в эмульсии составляет 4, 0÷0,5%, имеющиеся различия физико-химических показателей не существенны, то есть, возможно, использование селитры обеих марок на усмотрение производителя ЭВВ. По экспериментальным данным более значительное снижение температуры кристаллизации достигается при использовании в окислительном растворе смеси аммиачной и кальциевой селитры. Установлено, что кальциевая селитра не только снижает температуру кристаллизации, но и, являясь источником кислорода, увеличивает кислородный баланс ЭВВ.

Также существенно повышается безопасность состава ЭВВ по сравнению с использованием натриевой селитры или других компонентов металлов при нагревании образуют нитриты щелочных металлов. Нитриты щелочных металлов, используемые в качестве сенсibilизаторов, резко увеличивают чувствительность ЭВВ к механическим воздействиям (трение, удар). Даже при длительном хранении (более 1 месяца) при температуре 50-80 °С эмульсии на основе бинарного раствора аммиачной и кальциевой селитры нитриты в её составе не обнаружены. При этом рН сохраняется в пределах 6,8–7,0, в отличие от эмульсионной композиции, не содержащей кальциевой селитры (по истечении двух часов показатель рН имел значение - 5,0-5,3). Предлагается использование любого из видов селитры, при этом выбор делается производителем ЭВВ, исходя из экономической и логистической целесообразности. В результате исследований и опытно-промышленных работ по использованию сырьевых компонентов, поставляемых от разных поставщиков, отработаны технологические параметры и рецептура состава эмульсионной матрицы, что позволило снизить долю импортных сырьевых компонентов с 5,2% до 4,5÷4,0%.

С целью проведения дальнейшей работы по усовершенствованию рецептурного состава производства завода ЭВВ для удешевления стоимости сырьевой составляющей и расширения номенклатурного ряда, учитывая результаты проведения исследований по стабильности эмульсионной матрицы и анализа рецептов, применяемых ведущими мировыми производителями, выявлены следующие приоритеты:

1. Рецептурный путь весьма ограничен и может заключаться в удалении из растворов окислителей технологических добавок – тиомочевины, уксусной кислоты и гидроксида натрия. Это возможно потому, что в применяемых для зарядки скважин СЗМ типа Reputr имеется двухконтурная система газификации, включающая введение нитрита натрия и уксусной кислоты, в СЗМ типа Heavy ANFO сенсibilизация ЭВВ не проводится.

2. Основным путем оптимизации является поиск более дешёвых источников сырья – замена компонентов: смеси эмульгатор-масло (масляная фракция); парафина (микро-макроросков) Sasol Wax на более дешёвые аналоги парафинов, парафиново-церезиновых смесей или петролатума; натриевой селитры марки А на натриевую селитру марки Б различных производителей, а также при замене её кальциевой с целью увеличению энергетических характеристик ЭВС.

3. Для ЭВС, применяемых в сульфидных рудах, ввести в раствор окислителя ингибитор реакции – карбамид в количестве 1,5-2,0%.

4. В патронированных ЭВС малого диаметра (36-38 мм) можно снизить массовую долю используемой не аммиачной селитры до 6-8%, в составах крупного диаметра (70-90 мм) возможен переход на моноокислительный раствор на основе аммиачной селитры.

5. Переход на физические методы сенсibilизации потребует установки дополнительного оборудования:

место приёма, складирования, оборудование для дозировки. Смесителем может быть имеющийся миксер.

6. Сенсibilизация микросферами при любых вариантах не может быть дешевле химического газонасыщения.

Единственным и технически важным преимуществом микросфер является высокая воспроизводимость взрывчатых характеристик ЭВС, которые не зависят ни от режима смещения, ни от наличия кислоты и нитрита натрия, их концентрации, времени выдержки; практически не понадобится охлаждение патронов после наполнения и исключение парафинов, играющих в данном случае роль стабилизатора твердости патронированного изделия, что актуально только для применяемых в шпурах патронов малых диаметров; понижается процент брака, поскольку внутреннее давление в них отсутствует. При необходимости ЭВС с микросферами можно применять в сдвоенных по высоте взрывных уступах.

Предлагаемые ЭВС могут применяться, в том числе, и на сульфидных рудах и предполагают использование как химических, так и физических способов сенсibilизации. По экономической оценке ЭВВ, изготавливаемые по усовершенствованной рецептуре, имеют стоимость на 5,0% ниже при аналогичных энергетических характеристиках. В виду доступности ингредиентов упрощается логистика доставки и снижается стоимость транспортировки. Стоимость 1 т матрицы по сырьевым компонентам снижается на 130 долл. США для машинной зарядки и на 78-96 долл. США для патронированных ЭВВ.

Выполнен анализ производительности смесительно-зарядных машин типа Heavy ANFO с разными типами ЭВВ: Нобелан 2060, Нобелан 2070, Нобелан 2080, Нобелан 2090. Так как производительность шнекового транспортера СЗМ зависит от плотности заряжаемого ВВ, то при изготовлении ЭВВ с большим количеством эмульсионной матрицы, увеличивается его плотность. Для снижения нагрузки на привод шнека, автоматизированная система управления СЗМ снижает количество оборотов шнека, в результате чего снижается производительность при изготовлении ЭВВ с большим процентом эмульсионной матрицы. Установлено, что наибольшая производительность достигается при изготовлении и зарядке скважин ЭВВ типа Нобелан 2080 и составляет 350 kg/min.

Основываясь на результатах опытно-промышленных взрывов, разработан рациональный ассортимент ЭВВ для пород карьера Мурунтау, исходя из условия оптимальной производительности СЗМ. Для зарядки сухих скважин в средне- и трудновзрываемых породах – Нобелан 2070, представляющий собой механическую смесь гранулированной аммиачной селитры и дизельного топлива (АСДТ – 70%), эмульсионной матрицы (30%); Нобелан 2080 (80% АСДТ, 20% эмульсии); сухих скважин в легковзрываемых породах – игданит и Нобелан 2080; обводненных скважин – Нобелит 2030, представляющий собой механическую смесь АСДТ - 30% и эмульсионной матрицы – 70%, сенсibilизированные газогенерирующими добавками. На основе полученных расчетов определены оптимальные параметры буровзрывных работ, категории пород по взрываемости, рекомендованы сетки

бурения скважин и типы ЭВВ в зависимости от характеристик пород.

В ходе проведения работ по оптимизации БВР уточнен удельный расход ЭВВ, обеспечивающий заданную степень дробления руды, подаваемой на завод и составляющей  $q = 1.05 - 1,15 \text{ kg/m}^3$ . Для увеличения производительности завода определены оптимальные параметры и режимы работы технологического оборудования, выполнена модернизация модуля загрузки СЗМ, приготовления пакетированных ЭВВ и линии приготовления патронов. Доставка селитры из заглубленного приемного бункера в накопительные емкости осуществляется по пневмопроводу, где происходит частичное разрушение гранул (до 35%) и, учитывая жаркий климат Центральных Кызылкумов, аммиачная селитра спекается в сплошную монолитную массу, в результате, чего погрузка аммиачной селитры из накопительных емкостей в бункеры СЗМ становится невозможной.

Специалистами НГМК данная проблема решена применением наклонного конвейера для загрузки гранулированной аммиачной селитры непосредственно из приемного бункера в СЗМ. Проектная производительность модуля для производства пакетированного в мешкотару ЭВВ типа Нобелан 2080 составляет  $250 \text{ kg/h}$ , что не достаточно для выполнения производственных объемов. Кроме того, для загрузки в приемный бункер более  $500 \text{ kg}$  ЭВВ, под давлением массы ВВ заклинивает шнековый транспортер. Для стабильной работы установки, загрузка приемного бункера производилась порциями не более  $500 \text{ kg}$ , в результате, чего СЗМ вынужденно простаивала, что приводило к непроизводительной работе и снижению выхода зарядных машин для заряжания взрывных скважин на карьерах комбината.

С целью повышения производительности модуля, сокращения времени простоя СЗМ, выполнена его модернизация, что позволило повысить производительность при производстве и расфасовке пакетированного ЭВВ в 3 раза (до  $750 \text{ kg/h}$ ), а также оптимизировать работу СЗМ и модуля. На линии производства патронированных ЭВВ при подачи патронов из ванны охлаждения наклонным конвейером на горизонтальный конвейер линии упаковки конструкция перегружателя позволяла задействовать только одну часть горизонтального конвейера с подачей патронов на один упаковочный стол.

Пропускная способность составляла 30-40 шт/мин, в тоже время производительность машины патронирования до 70 шт/мин, что не позволяло полностью задействовать возможности машины патронирования. Модернизация горизонтального конвейера и упаковочных столов

позволила повысить пропускную способность в 2 раза и полностью задействовать возможности машины патронирования. На подземных рудниках Узбекистана при скважинной отбойки руды и проходки горных выработок применяют пневматическое зарядание ЭВС, содержащих патронированные эмульсионные ВВ типа Нобелит-216Z, изготовленных в заводских условиях. В перспективе горнякам предстоит решить проблему широкомасштабного промышленного использования ЭВС на подземных горных работах.

Для реализации данного направления необходимо строительство завода по выпуску ЭВС на месте производства работ, ввод в эксплуатацию СЗМ, предназначенных для заряжания восстающих скважин. Широкомасштабное применение ЭВС при отбойке руды с применением систем этажного и подэтажного обрушения повысит уровень безопасности и механизации при производстве взрывных работ в подземных условиях, а также увеличит экономическую эффективность взрывных работ за счет внедрения прогрессивных технологических решений.

Отработка технологии заряжания контурных шпуров впоследствии позволит отказаться от применения специальных зарядов контурного взрывания, повысит устойчивость горных выработок и снизит затраты на их поддержание.

Освоение технологии заряжания восстающих скважин ЭВС в конкретных горно-геологических условиях подземных рудников Узбекистана зарядной техникой позволит:

- повысить производительность труда горняков за счет полной механизации процессов изготовления, загрузки и заряжания скважин ЭВС;
- повысить уровень безопасности при транспортировании, изготовлении и зарядании ВВ в связи с низкой чувствительностью ЭВС к механическим и тепловым воздействиям и отсутствием возможности накопления зарядов статического электричества;
- улучшить санитарно-гигиенические условия труда взрывников, т.к. в составе ЭВС нет высокотоксичных компонентов.

Таким образом, совершенствование рецептурного состава ЭВС, осуществление комплексной механизации взрывных работ, повышение уровня безопасности и механизации при производстве взрывных работ на открытых и в подземных условиях создают широкие перспективы увеличения экономической эффективности взрывных работ за счет внедрения прогрессивных технологических решений.

#### Список литературы:

1. Шеметов П.А. *Повышение эффективности использования георесурсного потенциала при разработке месторождений. Ташкент, «ФАН». 2005, 122 с.*
2. Кутузлов Б.Н. *Перспективы совершенствования ассортимента промышленных ВВ для карьеров. Горный журнал № 9-10, 1996, 39-43 с.*
3. Бибик И.П., Рубцов С.К., Сытенков Д.В. *Управление взрывной подготовкой пород в технологических потоках карьеров. Ташкент, Фан, 2008 г., 399 с.*
4. Шеметов П.А., Бибик И.П. *Совершенствование рецептурного состава и технологии производства эмульсионных взрывчатых составов при взрывном разрушении горных пород. Горный вестник Узбекистана № 1(48), 2012, 14-19 с.*

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТЕЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ ДЕТОНАЦИИ ИЗ СКВАЖИНЫ ПРИ ВЗРЫВЕ ЗАРЯДА ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

**Норов Ю.Д.**, начальник горного бюро ЦНИЛ НГМК, докт. техн. наук, профессор; **Заиров Ш.Ш.**, и.о. доцента кафедры «Горное дело» НГГИ, канд. техн. наук; **Джаббаров М.Н.**, доцент кафедры «Горное дело» ТашГТУ, канд. тех. наук; **Тухташев А.Б.**, зав. кафедрой «Горное дело» НГГИ, канд. техн. наук; **Очилов Ш.А.**, ассистент кафедры «Макшейдерия» ТашГТУ

*Detonasiya mahsulotlari burg'u qudug'idan o'tilib chiqish nostasionar jarayonining raqamli modellashtirish yordamida nazariy hisoblash tartibi va zarba to'lqini tarqalishi keltirilgan. Tog' jinslarini portlatish yordamida maydalash rasional parametrlarini ishlab chiqish uchun skvajinali portlovchi modda zaryadi matematik modellashtirilgan.*

*Tayanch iboralar: zaboyka, skvajinali zaryad, burg'ulash-portlatish ishlari parametri, modellashtirish jarayoni, detonasiya mahsulotlarining chiqishi, zarb to'lqini, matematik modellashtirish, kon jinslarini portlatish yordamida maydalash, sanoatlashirilgan portlovchi moddalar zaryadi, ko'p faktorli tadqiqotlar, praktik hisob-kitoblar.*

*The theoretical calculation using numerical simulation of nonsteady process of detonation products outflow and shock wave propagation in channels of uniform cross section with adequate accuracy is carried out. Mathematical simulation of torpedoes for the development of reasonable characteristics providing the greatest destruction of rocks is performed.*

*Keywords: borehole charge, parameters of drilling-and-blasting works, process modeling, expiration of products of a detonation, shock wave, mathematical modeling, destruction of rocks by explosion, charge of industrial explosives, multiple-factor experiments, practical calculations.*

При использовании забойки в скважинном заряде взрывчатых веществ (ВВ) наиболее важным является определение ее параметров, таких, чтобы с наименьшими экономическими технологическими затратами она обеспечивала достаточно длительную задержку снижения давления продуктов детонации в скважинах, при которой происходило бы надежное формирование квазистатических полей напряжений и соответствующее разрушение горных пород.

Вопросами определения рациональных параметров забойки занимались В.А. Ассонов, Ф.А. Баум, И.П. Бирик, Г.П. Демидюк, М.Ф. Друкованный, И.Ф. Жариков, Н.Ф. Кусов, Г.М. Крюков, С.П. Левчик, Э.О. Миндели, В.Н. Мосинец, З.С. Назаров, Ю.Д. Норов, Г.П. Покровский, С.К. Рубцов, Ю.С. Степанов, В.Н. Сытенков, В.П. Тарасенко, Р.А. Чакветадзе, П.А. Шеметов и др. Несмотря на имеющиеся теоретические и эмпирические соотношения, для определения рациональных параметров забойки не всегда учитывается ряд факторов: свойства материала забойки, ее распор и переуплотнение, влияние направления инициирования на движение забойки, изменение давления в скважине по мере истечения продуктов детонации и т.п., хотя предложенные формулы позволяют производить приемлемый для практики расчет параметров забойки для конкретных условий буровзрывных работ (БВР). В то же время, обобщенные соотношения на основе многофакторных экспериментов громоздки и неудобны для практических расчетов, причем влияние отдельных факторов неоправданно занижено или не учитывается совсем. Кроме того, до настоящего времени не существует обобщенной теории влияния параметров забойки, ее движения истечения продуктов детонации на

эффективность взрыва заряда в скважинах. Теоретические оценки влияния забойки на эффективность разрушения породы взрывом никак не связаны с формированием полей напряжений и процессами разрушения пород взрывами зарядов ВВ. Нет четкого представления о методах определения параметров истечения продуктов детонации, кинематики движения забойки и их взаимосвязи с формированием полей квазистатических напряжений в породе, разрушаемой взрывом. Для выяснения фактической стороны вопроса о влиянии забойки на эффективность разрушения горных пород при взрыве скважинного заряда необходимо осуществить временное сопоставление процессов истечения продуктов детонации из скважины с различной забойкой с процессами деформирования горных пород. Поэтому численное моделирование истечения продуктов детонации из скважины при взрыве заряда ВВ, установление закономерностей снижения давления в скважинах при взрыве в них зарядов с различными видами забойки и разработка рациональных параметров, обеспечивающих наибольшее разрушение горных пород, является актуальной научной задачей. Рассмотрим одновременно плоское нестационарное истечение газа, зависящее от одной пространственной координаты  $X$  и времени  $t$ . Газ считается совершенным. Рассматривается случай обратного инициирования, что обусловлено повышением эффективности действия взрыва за счет увеличения длительности воздействия на породу продуктов детонации [1].

После детонации заряда ВВ в камере устанавливается некоторое среднее начальное давление, которое вследствие малой скорости движения стенок камеры по сравнению со скоростью звука в ПД будет опреде-

латься согласно [2] наряду с другими параметрами истечения как:

$$\frac{\bar{p}}{\rho_u} = \left\{ \frac{\gamma+1}{2\gamma} \right\}^{2(\gamma-1)}; \quad \frac{\bar{p}}{\rho_0} = \left\{ \frac{\gamma+1}{2\gamma} \right\}^{(\gamma+1)(\gamma-1)}; \quad (1)$$

$$\frac{\bar{P}}{P_u} = \left\{ \frac{\gamma+1}{2\gamma} \right\}^{2(\gamma-1)}; \quad \bar{C} = 0,5D; \quad \bar{U} = 0,$$

где  $U_H = D/(\gamma+1)$ ,  $C_H = \gamma D/(\gamma+1)$ ,  $P_H = \rho_0 D^2/(\gamma+1)$ ,  $\rho_H = \rho_0 (\gamma+1)/\gamma$  – параметры взрыва в точке Чепмена-Жюге.

Распределения скорости и плотности при истечении продуктов детонации может быть найдено только исходя из общих решений уравнений газовой динамики, что объясняется следующей причиной: когда детонационная волна достигает границы заряда, возникают две волны, одна из них может быть интерпретирована как волна разрежения, распространяется от границы заряда вглубь его (1), а другая распространяется в пространство впереди него (2) как показано на рис. 1.

Таким образом, особое решение здесь уже не может иметь место, поскольку оно справедливо лишь для волны, бегущей в одном направлении с постоянными параметрами на фронте, тогда как вглубь заряда бежит волна разрежения, параметры которой постоянно убывают.

Если истечение происходит в среде заданной плотности (воздух), то перед фронтом продуктов детонации возникает ударная волна переменной амплитуды, вследствие чего энтропия на ее фронте будет непрерывно меняться, и, чтобы получить полное решение задачи, необходимо исходить из трех уравнений газовой динамики.

Для определения параметров течения необходимо проинтегрировать систему одномерных нестационарных уравнений газовой динамики с учетом граничных условий. Соответствующие уравнения газовой динамики в лагранжевой системе координат при наличии потерь кинетической и потенциальной энергии примут вид [2]:

- сохранение момента количества движения:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{\partial(p+q)}{\partial h} - \frac{\lambda u |u|}{2d}; \quad (2)$$

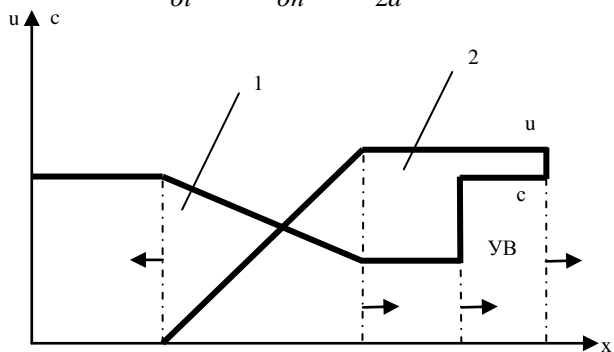


Рис. 1. Распределения массовой скорости и скорости звука в продуктах детонации при взрыве скважинного заряда ВВ

- неразрывности (сохранения массы):

$$v = \frac{1}{\rho} = \frac{\partial r}{\partial h}; \quad (3)$$

- сохранения энергии:

$$\frac{\partial e}{\partial t} = -(p+q) \frac{\partial u}{\partial h} - \frac{\lambda u}{2d} \frac{\gamma}{\gamma-1} \frac{P}{T} \frac{T-T_0}{Pr}, \quad (4)$$

где  $e = C_v T$ ;

$\partial r / \partial t = u$  ;

$C_v$  - удельная теплоемкость при постоянном объеме, J/K;

$r$  - эйлеровский радиус, m;

$t$  - время, s;

$p, u, v, T$ , - давление, скорость, удельный объем и температура продуктов детонации;

$q$  - искусственная вязкость, Pa;

$\gamma$  - отношение удельных теплоемкостей, в общем случае зависящей от текущего значения плотности газовой смеси;

$h$  - лагранжеева координата;

$\lambda$  - коэффициент трения о внутреннюю поверхность скважины;

$d$  - диаметр скважины.

Левое граничное условие соответствует случаю газонепроницаемой стенки, т.е. величина массовой скорости  $u$  на левой границе всегда с течением времени принимает значение равное 0. Граничное условие на срезе скважины записывается в виде дополнительного слагаемого в уравнение (2), характеризующего сопротивление газа на срезе при его сверхзвуковом истечении:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = k_0(p - p_0), \quad (5)$$

где  $k_0$  - коэффициент пропорциональности, определяемый количеством газа, вовлекаемого в движение внутрь скважины волной разрежения (величина  $k_0$  предполагается неизменной);

$p_0$  - атмосферное давление.

Для аппроксимации уравнений газовой динамики использовалась конечно-разностная, условно-устойчивая схема типа «крест» с искусственной вязкостью [3]. Рассматриваемая область пространства разбивается на ячейки с номерами  $f=1, 2, 3, \dots, N$ ; границам ячеек приписывают значения скорости и эйлеровских радиусов, а серединам соответствующих интервалов - значения  $P, \rho, T$ . Соответствующие скорости радиусы будут иметь полуцелые индексы, а давления, плотности и температуры - целые. Значения переменных на текущем слое по времени будут обозначаться верхним индексом  $j$ , а на новом слое -  $j+1$ . Считая, что все величины на временном слое с индексом «0» (или «1») известны из начальных условий по уравнению (2), можно определить скорость на новом слое по времени:

$$U_{f+1/2}^{j+1} = U_{f+1/2}^j + \frac{\Delta t}{H} [P_f^j - P_{f+1}^j + Q_f^j - Q_{f+1}^j] \quad (6)$$

$$\frac{\lambda \Delta t}{2d} U_{f+1/2}^j |U_{f+1/2}^j| - k_0 \Delta t (P_{f+1}^j - P_0).$$

На втором шаге по уравнению определяется радиус:

$$R_{f+1/2}^{j+1} = R_{f+1/2}^j + U_{f+1/2}^{j+1} \Delta t \quad (7)$$

На третьем шаге из уравнения (3) и определяется плотность (или удельный объем)  $\rho / \partial t$

$$V_f^{j+1} = V_f^j + \frac{\Delta t}{H} [U_{f+1/2}^{j+1} - U_{f-1/2}^{j+1}] \quad (8)$$

Искусственная вязкость обеспечивает постоянство ширины скачка уплотнения независимо от его амплитуды:

$$Q_f^{j+1} = \begin{cases} 0,5k(U_{f+1/2}^{j+1} + U_{f-1/2}^{j+1})(U_{f+1/2}^{j+1} - U_{f-1/2}^{j+1}) \\ 0 \end{cases} \quad (9)$$

при

$$U_{f+1/2}^{j+1} < U_{f-1/2}^{j+1}, \quad U_{f+1/2}^{j+1} \geq U_{f-1/2}^{j+1}.$$

При  $k=2$  эта вязкость позволяет «размазать» скачок на 2-3 пространственные ячейки. На следующем шаге, используя уравнение (2) при:

$$\gamma_{nd} = \gamma_{o,nd} - (\gamma_{o,nd} - \gamma_{k,nd}) \frac{P_{o,nd} - P_{nd}}{P_{o,nd} - P_{k,nd}}, \quad (10)$$

где  $\gamma_{nd}$  – показатель изоэнтропы при произвольном значении  $\rho_{nd}$ ;

$\gamma_{o,nd}$  – показатель изоэнтропы в момент действия взрыва, когда плотность продуктов детонации равна  $\rho_{o,nd}$ ;

$\gamma_{k,nd}$  – показатель изоэнтропы в конце действия взрыва, когда плотность равна  $\rho_{k,nd}$  и соответствует их плотности при атмосферном давлении.

Определяем температуру газовой смеси:

$$T_f^{j+1} = (T_f^j + \xi \chi + \varphi T_0) \left\{ 1 - \frac{\eta Re}{\mu V^{j+1}} + \varphi \right\}^{-1},$$

$$\xi = -\frac{\Delta t}{HC_v} [U_{f+1/2}^{j+1} - U_{f-1/2}^{j+1}]$$

$$\chi = P_f^j + Q_f^j + Q_f^{j+1}, \quad (11)$$

$$\varphi = \frac{\lambda \Delta t}{8d} (\gamma_f^{j+1} - 5) U_{f+1/2}^{j+1},$$

$$\gamma_f^{j+1} = \gamma_f^j - (\gamma_f^j - \gamma_0) \left( \bar{p} - \rho_f^{j+1} \right) \left( \bar{p} - \rho_0 \right)^{-1}.$$

На следующем шаге из уравнения состояния определяется давление:

$$P_f^{j+1} = \frac{RT_f^{j+1}}{\mu V^{j+1}} \quad (12)$$

Условие на правой границе в виде непрерывного течения выглядит следующим образом:

$$P_{f+1}^N = P_f^N; \quad U_{f+3/2}^N = U_{f+1/2}^N \quad (13)$$

Согласно работе [3] конечно-разностные уравнения достаточно точно аппроксимируют исходные дифференциальные уравнения, устойчивы по отношению к бесконечно малым возмущениям и при применении энергии сохраняются глобально. Лагранжев подход с размазыванием скачков (т.е. при введении искусственной вязкости) дает удовлетворительные результаты при расчете систем с небольшими разрывами плотности, придавая им условную устойчивость (условие Куранта). Для размазывания фронта ударной волны, по меньшей мере, на три расчетные ячейки необходима и достаточна искусственная вязкость с постоянной  $k$ , равной 2. Размер шага по времени определяется из условия Куранта.

Таким образом, изложенное выше составляет замкнутую систему уравнений для идеализированного математического описания процесса истечения продуктов детонации из модели скважины с неподвижными стенками (считая, что порода ещё не разрушена). Прежде, чем принять предложенную модель для расчета процесса истечения продуктов детонации, проведена проверка ее достоверности на отдельных частных случаях, решения которых уже известны. Сначала была проверена работоспособность схемы на автомодельном решении задачи теории сильного точечного взрыва, когда можно пренебречь давлением перед ударной волной по сравнению с давлением за фронтом ударной волны. Решение этой задачи существует и единственно.

На рис. 2 для  $\gamma=1,4$  представлены графики распределения скорости, плотности и давления за фронтом ударной волны для плоско-симметричного случая. Для сравнения там же приведены результаты расчета тех же параметров истечения с использованием предлагаемой численной модели. Незначительное отличие при сопоставлении данных объясняется тем, что расчетная модель учитывает влияние противодействия перед фронтом ударной волны. Но аналитические решения точечного взрыва не пригодны для описания плоских ударных волн в практически интересной области, примыкающей к пространственному источнику взрыва.

Затем предложенная модель была использована для расчета избыточного давления, возникающего в скважине при взрыве газовых смесей (протяженный источник) [4, 5].

На основании расчетных данных, полученных с применением вышеизложенного численного метода и обработанных методом наименьших квадратов, определен вид зависимости избыточной амплитуды на давление на фронте ударной волны от пройденного ею расстояния  $r$  при  $r \geq L_0$  для различных взрывчатых газовых смесей:

$$, \quad (14)$$

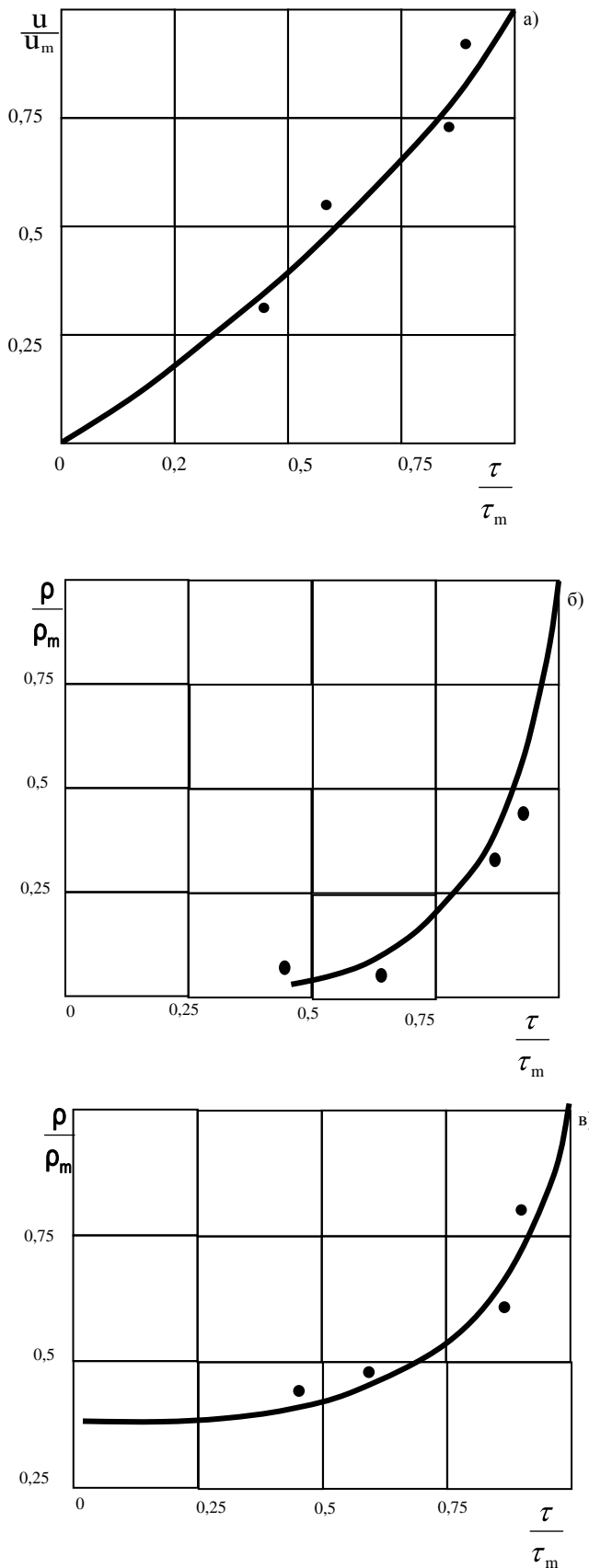


Рис. 2. Распределение массовой скорости (а), плотности (б) газа и давления в газе за фронтом ударной волны (в)

$$\frac{P_m}{P_0} = F(x)G(x, L_0, d, \varepsilon, \varphi) - 1$$

где  $x = \frac{x - \varphi}{\varphi d}$  – расчетное значение  $\varphi = 11,1 \cdot 10^{-7} Q_{ВВ}^{-1}$  – радиус инерционной секции размером  $L_0$  до фронта ударной волны;  
 $Q_{ВВ}$  – величина теплового эффекта ВВ, Дж.  
 Вид функции  $F(x)$  в отсутствии тепловых и механических потерь определяется из соотношения:

$$F(x) = 1 + \alpha_1 x^{-1} + \alpha_2 x^{-1/2}, \quad (15)$$

где  $\alpha_1 = 17,14, \alpha_2 = 7,73$ .

Корреляционная функция  $G(x, L_0, \varepsilon, \varphi)$ , учитывающая потери импульса энергии имеет вид:

$$G(x, L_0, d, \varepsilon, \varphi) = (1 - c)e^{-k_1 \mu} + ce^{-k_2 \mu}, \quad (16)$$

где:

$$\mu = \frac{x - \varphi}{\varphi d} L_0 \left\{ \frac{1}{[1,74 - 21g(2\varepsilon d^{-1})]^2} \right.$$

$$\left. \begin{aligned} & \text{при } \varepsilon \leq \varepsilon_{\min}, \quad \varepsilon \leq \sqrt{\beta} \\ & \text{при } \varepsilon > \varepsilon_{\min}, \quad \varepsilon \leq \varepsilon_{\min}. \end{aligned} \right\}$$

$$\beta = L_0 d^{-1} \varphi^{-1/2} \left\{ \frac{1}{[1,74 - 21g(2\varepsilon d^{-1})]^2} \right.$$

при  $\varepsilon \leq \varepsilon_{\min}$ ,

при  $\varepsilon > \varepsilon_{\min}, \varepsilon \leq \varepsilon_{\min}$ .

где  $\varepsilon_{\min} = 0,38 \cdot 10^{-3} d$  соответствует технической шероховатости.

Таким образом, предлагаемый теоретический расчет с применением численного моделирования нестационарного процесса истечения продуктов детонации и распространения ударной волны в каналах постоянного сечения с достаточной для практики точностью совпадает с экспериментальными результатами и, следовательно, может быть использован для расчета давления в скважине при взрыве заряда ВВ. Однако, величина давления в скважине зависит от вида забойки.

**Список литературы:**

1. Дубынин Н.Г., Трафакин Н.Е. Изменение давления продуктов детонации стенки зарядной камеры / В сб.: «Взрывное дело». – М.: Недра, 1972. – №71/28. – С. 66-74.
2. Мадер Ч. Численное моделирование детонации. – М., 1985. – 290 с.
3. Самарский А.А., Попов Ю.П. Разностные методы газовой динамики. – М.: Наука, 1980. – 351 с.
4. Борисов И.М., Хасаинов Б.А., Скачков Г.И. Кинетика выделения энергии при высокотемпературном воспламенении смесей углеводородов с воздухом и кислородом // Химическая физика. – Москва, 1988. – Т. 7. – №5. – С. 172-175.
5. Баранов И.М., Хасаинов Б.А. Закономерности затухания ударных волн в каналах // Мат. Всес. шк. по физике ударных волн. – Азау, 1987. – Т. 2. – С.36-38.

# ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Воробьев А.Е., зав. кафедрой «Нефтяное и горное дело» РУДН, докт. техн. наук, профессор; Аникин А.В., зав. отделом Газпромбанка; Ашихмин А.А., доцент МГГУ, канд. тех. наук

*Tashkiliy, texnikaviy va texnologik talqin va sintez metodikasi keltirilgan bo lib unda oltin qazib oluvchi korxonaning samadorligini oshirish bo yicha tashkiliy-texnik namunali tadbirlari ishlab chiqilgan. Oltin qazib oluvchi korxonada tashkiliy-texnik tadbirlarni tarkibini aniqlash bo yicha iqtisodiy-matematik model ishlab chiqilgan.*

*Tayanch iboralar: analiz va sintez metodikasi, tashkiliy, texnikaviy va texnologik metodlar, oltin qazib olish korxonasi, iqtisodiy-matematik model, kompleks audit, mineral-homashyo bazasini oshirish, karyerning optimal formasi, geologorazvedka ishlarining tannarhi, eksporazvedkani amalga oshirish, kuchali ishqorlash, kompyuterli modellashtirish.*

*Method of analysis and synthesis of administrative and technical measures for the improvement of operational efficiency of gold miner is presented in this article. Economical and mathematical models of choice are developed for determining the scope of administrative and technical measures (projects) included in the gold miner development program.*

*Keywords: analysis and synthesis technique, organizational, technical and technological methods, gold mining enterprise, economic-mathematical model, complex audit, mineral resources expansion, optimum form of a pit, control of cost of prospecting works, compact leaching, computer modeling.*

Анализ и синтез организационных, технических и технологических решений при формировании программы развития предприятия, направленных на совершенствование производственных процессов, предполагает привлечение независимой экспертизы, системного обобщения отраслевого опыта, формирование на их основе организационно-технических мероприятий по реализации решений и их технико-экономическую оценку (разработку проектов), в т. ч. с учетом моделирования сценариев одновременной реализации проектов и оценкой их взаимного влияния в рамках программ-систем проектов. До проведения анализа и синтеза организационно-технических решений, которые предлагается использовать при формировании программы развития предприятия, необходимо провести аудит всех основных производственных процессов, начиная с поддержания и расширения минерально-сырьевой базы и заканчивая технологическими аспектами переработки руд (рис. 1, 2, табл. 1, 2).

Комплексный (геологический, горнотехнический и технико-технологический) аудит подразумевает проверку независимыми специалистами системы организации производства, применяемых технических и технологических решений, с выражением мнения относительно обоснованности применяемых технологий и подходов к организации производства. Такой аудит направлен на выявление узких мест в организации производства, а также на основе аналогичных предприятий разработку мероприятий по оптимизации горнодобывающих и перерабатывающих процес-

сов. Как правило, наибольший эффект от проведения аудита достигается в случае привлечения независимых экспертов, не заинтересованных в скрытии проблем предприятия и имеющих специализированные знания по решению аналогичных проблем на других предприятиях. Кроме того, привлечение независимых экспертов, имеющих большой отраслевой опыт, позволяет существенно снизить риски получения необъективных результатов и повысить качество предлагаемых организационно-технических решений, что имеет большое значение для потенциальных инвесторов, которым необходима непредвзятая оценка состояния предприятия. Таким образом, проведение независимого горно-технологического аудита повышает доступность инвестиционных ресурсов. При этом, важным условием дальнейшего использования результатов аудита является привлечение штатных специалистов предприятия к проведению такого аудита, что позволяет их вовлекать в дальнейшем в процесс реализации предлагаемых по результатам аудита организационно-технических мероприятий.

В результате горно-технологического аудита происходит разложение проблем предприятия на отдельные составляющие (анализ) и разработка рекомендаций по решению данных проблем. Это позволяет сформулировать оптимальные организационные, технические и технологические решения, направленные на повышение эффективности предприятия. Для реализации указанных решений необходимо разработать конкретные организационные мероприятия по их внедрению, т.е. совокупность действий, направленных

Таблица 1

Типовые проекты, направленные на повышение эффективности золотодобывающего предприятия			
Проекты		Достижимый результат	
1. Минерально-сырьевая база	1.1	Доразведка запасов (анализ срока обеспеченности запасов)	Рекомендуемый срок обеспеченности активными запасами не ниже 8 лет
	1.2	Контроль стоимости геологоразведочных работ	Стоимость прироста запасов не должна превышать \$ 25
	1.3	Аутсорсинг ГРП	Снижение постоянных издержек на геологоразведочный участок и сокращение сроков работ
	1.4	Компьютерное моделирование запасов	Получение живой модели месторождения, учитывающей последние данные разведки и эксплуатации
	1.5	Усовершенствование опробования. Проведение эксплоразведки	Повышение прогнозируемости качества руды и ведения горных работ
2. Горные работы	2.1	Расчет оптимальной формы карьера	Минимизация и оптимальное распределение вскрышных работ
	2.2	Отработка нижних горизонтов подземным способом	Вовлечение в отработку глубоких горизонтов, отработка которых карьером нерентабельна
	2.3	Аутсорсинг горных работ	Снижение себестоимости горных работ (БВР, экскавация и вывозка горной массы)
	2.4	Система автоматической диспетчеризации горных работ	Повышение управляемости техники, мониторинг потребления топлива, оперативность в ведении работ
	2.5	Модернизация парка горной техники	Повышение эффективности горных работ
	2.6	Повышение качества дорог	Снижение расхода шин и ремонтов ходовых механизмов на горной технике
	2.7	Повышение качества ремонтов	Снижение простоев в ремонте
	2.8	Управление качеством руды. Внедрение РКС и РСК	Расширение сырьевой базы предприятия за счет обогащения бедных и убогих руд, повышение среднего содержания золота в рудах, поступающих на ЗИФ
3. ЗИФ	3.	Мероприятия по модернизации ЗИФ	Расширение мощности перерабатывающего комплекса, повышение извлечения полезных компонентов
4. КВ	4.	Внедрение кучного выщелачивания	Отработка бедных (забалансовых) руд с низкой себестоимостью при минимальных капитальных затратах

ных на осуществление этих решений.

На следующем этапе требуется провести оценку эффективности предлагаемых организационно-технических решений и мероприятий по их внедрению на основе технико-экономического обоснования. Проведение технико-экономической оценки эффективности разработанных решений и мероприятий позволяет на их основе разработать конкретные проекты (табл. 1).

Данные решения рекомендуются к внедрению в качестве типовых с адаптацией к условиям конкретного предприятия. После подготовки отдельных проектов следующая задача, которая возникает, – опре-

деление состава проектов, включаемых в общую программу развития (синтез). Для этого вначале необходимо выявить возможную степень взаимной зависимости между проектами и определить, какой дополнительный синергический (системный) эффект возникает при одновременной реализации взаимовлияющих проектов. По этому признаку проекты подразделяются на независимые, взаимоисключающие (альтернативные), взаимодополняющие и взаимовлияющие. Установив взаимосвязи проектов, можно определить, есть ли между проектами связи, будут ли возникать конфликты между проектами при их реализации (взаимоисключающие), нужно ли отдельные проекты объединить (взаимодополняющие проекты) и какой дополнительный синергический (системный) эффект возникает при их одновременной реализации (взаимовлияющие проекты).

Возникновение синергического эффекта может иметь очень важное значение, поскольку иногда этот эффект может иметь относительно большое значение, а иногда даже превышать эффект от реализации проектов по отдельности, что будет иметь определяющее значение при принятии решения о воплощении в жизнь таких проектов. Для определения взаимного влияния проектов составляется диаграмма взаимосвязей проектов (рис. 1) и матрица взаимосвязей (рис. 2), в которую заносятся результаты оценки не только ожидаемого экономического эффекта от реализации каждого проекта в отдельности, но и после проведения соответствующих оценок системного синергического эффекта (ССЭ) при реализации сразу двух или нескольких проектов на основе следующего поло-

жения:

$$NPV_{i+j} = NPV_i + NPV_j + \Delta NPV_{i+j}, \quad (1)$$

где  $i$  и  $j$  – взаимодополняющие проекты;

$NPV_{i+j}$  – чистая приведенная стоимость, получаемая при одновременной реализации проектов  $i$  и  $j$ ;

$NPV_i$  и  $NPV_j$  – чистая приведенная стоимость, получаемая при реализации проектов  $i$  и  $j$  по отдельности;

$\Delta NPV_{i+j}$  – дополнительный синергический эффект, возникающий при одновременной реализации проектов  $i$  и  $j$ .

Для определения состава организационно-технических мероприятий (проектов) программы раз-

вития золотодобывающего предприятия разработана экономико-математическая модель выбора. Основными составляющими аддитивного суперкритерия модели выбора являются показатели, отражающие относительный вклад каждого проекта в достижение стратегических целей по объему подготовленных к отработке запасов золота (S1), уровню годового производства золота (S2), уровню прибыли – EBITDA (S3) и индекса прибыльности инвестиций – IPI (S4). Определение вклада последнего из указанных показателей следует осуществлять с

учетом возможности получения дополнительных системных эффектов от реализации взаимовлияющих проектов. Использование суперкритерия обеспечивает учет специфики стратегии развития конкретного предприятия за счет изменения числа его составляющих и их весовых коэффициентов.

Целевая функция модели предусматривает выбор в программу развития проектов, обладающих максимальным суммарным приоритетом, при следующей системе ограничений: в программу включается не более одного проекта, являющегося альтернативным; взаимодополняющие проекты должны быть либо включены в программу, либо отвергнуты; инвестиционный бюджет программы не может быть превышен; переменные модели принимают значение либо 0, либо 1. Определение состава программы развития с использованием модели оптимального выбора является

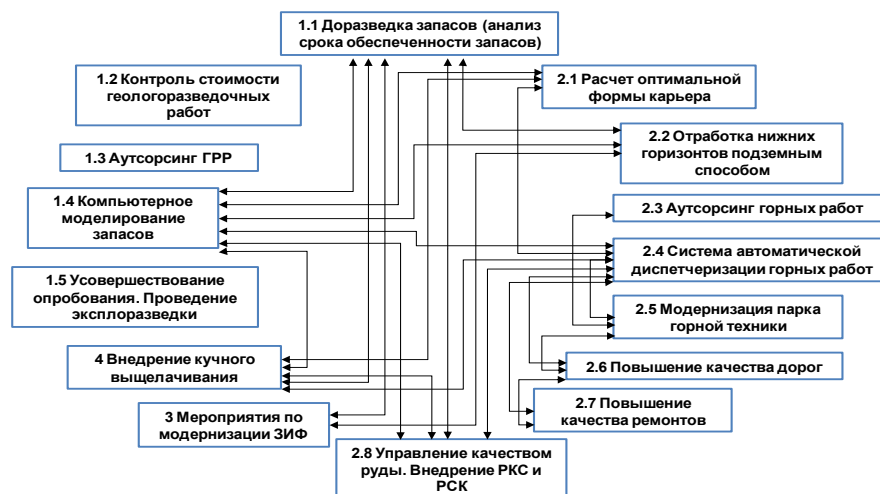


Рис. 1. Диаграмма взаимосвязей проектов

заключительным этапом разработанной методики отбора проектов, которая также предусматривает:

- выделение на исходном множестве подмножеств проектов, находящихся в отношениях взаимоисключения, взаимодополнения и взаимовлияния;
- оценку дополнительных системных эффектов реализации каждого проекта, каждого подмножества взаимовлияющих проектов;
- формирование множества стратегических показателей развития предприятия, с позиций относительного вклада, в достижение которых будет осуществляться отбор проектов;
- оценка относительного вклада проектов в достижение стратегических показателей и определение весовых коэффициентов составляющих целевой функции.

С использованием указанной методики для ЗАО

Проекты по повышению эффективности				Инвестиции	NPV	Индекс инвестиций	Индексы инвестиций от одновременного внедрения проектов																
				1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	2.5.	2.6.	2.7.	2.8.	3.	4.	5.1.	5.2.	5.3.		
1. Минерально-сырьевая база	1.1. Проект 1.1	Inv <sub>1,1</sub>	NPV <sub>1,1</sub>	NPV <sub>1,1</sub> / Inv <sub>1,1</sub>				ΔNPV / ΣInv		ΔNPV / ΣInv						ΔNPV / ΣInv	ΔNPV / ΣInv	ΔNPV / ΣInv					
	1.2. Проект 1.2	Inv <sub>1,2</sub>	NPV <sub>1,2</sub>	NPV <sub>1,2</sub> / Inv <sub>1,2</sub>																			
	1.3. Проект 1.3	Inv <sub>1,3</sub>	NPV <sub>1,3</sub>	NPV <sub>1,3</sub> / Inv <sub>1,3</sub>																			
	1.4. Проект 1.4	Inv <sub>1,4</sub>	NPV <sub>1,4</sub>	NPV <sub>1,4</sub> / Inv <sub>1,4</sub>	ΔNPV					ΔNPV / ΣInv	ΔNPV / ΣInv		ΔNPV / ΣInv				ΔNPV / ΣInv		ΔNPV / ΣInv	ΔNPV / ΣInv			
	1.5. Проект 1.5	Inv <sub>1,5</sub>	NPV <sub>1,5</sub>	NPV <sub>1,5</sub> / Inv <sub>1,5</sub>																			
2. Горные работы	2.1. Проект 2.1	Inv <sub>2,1</sub>	NPV <sub>2,1</sub>	NPV <sub>2,1</sub> / Inv <sub>2,1</sub>			ΔNPV					ΔNPV / ΣInv										ΔNPV / ΣInv	
	2.2. Проект 2.2	Inv <sub>2,2</sub>	NPV <sub>2,2</sub>	NPV <sub>2,2</sub> / Inv <sub>2,2</sub>	ΔNPV		ΔNPV										ΔNPV / ΣInv						
	2.3. Проект 2.3	Inv <sub>2,3</sub>	NPV <sub>2,3</sub>	NPV <sub>2,3</sub> / Inv <sub>2,3</sub>									ΔNPV / ΣInv										
	2.4. Проект 2.4	Inv <sub>2,4</sub>	NPV <sub>2,4</sub>	NPV <sub>2,4</sub> / Inv <sub>2,4</sub>			ΔNPV		ΔNPV				ΔNPV / ΣInv	ΔNPV / ΣInv	ΔNPV / ΣInv	ΔNPV / ΣInv			ΔNPV / ΣInv				
	2.5. Проект 2.5	Inv <sub>2,5</sub>	NPV <sub>2,5</sub>	NPV <sub>2,5</sub> / Inv <sub>2,5</sub>						ΔNPV	ΔNPV		ΔNPV / ΣInv										
	2.6. Проект 2.6	Inv <sub>2,6</sub>	NPV <sub>2,6</sub>	NPV <sub>2,6</sub> / Inv <sub>2,6</sub>							ΔNPV	ΔNPV		ΔNPV / ΣInv		ΔNPV / ΣInv							
	2.7. Проект 2.7	Inv <sub>2,7</sub>	NPV <sub>2,7</sub>	NPV <sub>2,7</sub> / Inv <sub>2,7</sub>								ΔNPV		ΔNPV									
	2.8. Проект 2.8	Inv <sub>2,8</sub>	NPV <sub>2,8</sub>	NPV <sub>2,8</sub> / Inv <sub>2,8</sub>	ΔNPV			ΔNPV				ΔNPV							ΔNPV / ΣInv				
3. ЗИФ	Проект 3.0	Inv <sub>3</sub>	NPV <sub>3</sub>	NPV <sub>3</sub> / Inv <sub>3</sub>	ΔNPV				ΔNPV												ΔNPV / ΣInv		
4. КВ	Проект 4.0	Inv <sub>4</sub>	NPV <sub>4</sub>	NPV <sub>4</sub> / Inv <sub>4</sub>	ΔNPV		ΔNPV				ΔNPV					ΔNPV					ΔNPV / ΣInv		

Рис. 2 Матрица взаимосвязей проектов

Таблица 2

Оценка эффекта от внедрения мероприятий по повышению эффективности

Показатель	Ед. изм.	Без внедрения мероприятий	С внедрением мероприятий	Разница вариантов
Запасы	у.ед.	14 000	65 000	51 000
Ежегодная добыча	у.ед./год	1 100	4 630	3 530
Срок отработки	год	13	14	1
Инвестиции	\$ млн.	33,0	132,7	99,7
Общие денежные затраты	\$/унция	1 048	823	-180
NPV	\$ млн.	7,2	136,2	129
IRR	%	н.п.	30%	30%
Индекс доходности инвестиций (PI)	-	1,2	2,0	н.п.

«Васильевский рудник» была сформирована соответствующая программа развития. Данная программа предусматривает постепенное расширение минерально-сырьевой базы предприятия и ввод в эксплуатацию новых золоторудных месторождений при модернизации имеющейся ЗИФ, а также строительство комплекса КВ, что позволит увеличить производство с текущих 1 у.ед. золота в год до 4-5 у.ед.

Результаты расчета показателей эффективности, сформированной на основе разработанной методики программы повышения эффективности организации производства в ЗАО «Васильевский рудник» показывают, что при общей программе инвестиций в 99,7 млн. долл. США чистая дисконтированная стоимость предложенных мероприятий при ставке дисконтирования в 10% составила 129 млн. долл. США за счет планируемого роста производства до 4-5 у.ед. в год и снижения себестоимости с 1048 до 823 долл. США на унцию, внутренняя норма доходности составила 30% (табл. 2).

Список литературы:

1. Ашихмин А.А. Разработка и принятие управленческих решений: формальные модели и методы выбора. М.: МГТУ, 2004, 80с.
2. Дмитриев А.А. Организационно-экономическое обоснование программ технического перевооружения горно-обогатительных комбинатов медной промышленности. Дисс. на соиск. уч.ст. к.э.н. – М.:МГТУ, 2004. – С.107.
3. Макаров И.М. и др. Теория выбора принятия решений. М.: Наука, 1987.
4. Петросов А.А. Стратегическое планирование, прогнозирование, экономические риски горного производства. М.: МГТУ, 2009, 684с.
5. Погонин В.В. Обоснование сравнительных оценок приоритетности освоения золоторудных месторождений при реализации программ развития региональных комплексов. Дисс. на соиск. уч.ст. к.э.н. – М.:МГТУ, 2000. – С.116.
6. Резниченко С.С., Ашихмин А.А.и др. Экономико-математические методы и моделирование в использовании и управлении горным производством: учебник для вузов. М.: Недра, 1991.
7. Аникин А.В., Воробьев А.Е. Горно-технологический аудит золотодобывающей компании ЗАО «Васильевский рудник». М., Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». 2013. 317 с. (ISBN 978-5-87623-706-4)

УДК 662.613.12.002.8

© Крюгер Р.А. 2013 г.

## ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛОШЛАКОВ ТЭС: СОЗДАНИЕ ИНДУСТРИИ УСТОЙЧИВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ЗОЛЫ

Крюгер Р.А. (Ричонне Консалтинг, Претория, ЮАР)

*Bugungi kunda uchuvchan kul Janubiy Afrika iqtisodiyotning turli tarmoqlari va yunalishlarida ishlatilib kelinmoqda. Uchuvchan kul industriyasi asosan undan maksimal foydalanish asosida bu sohada hizmat qilayotgan barcha qatnashchilar va ilmiy tadqiqot ishlarini qullash asosida amalga oshirildi. Ushbu maqolada ko`mir kuli industriyasining rivojlanish qadamlari, hamda uning iqtisodiyotning turli hil tarmoqlarida qullanadigan tijorat texnologiyasida keltirilgan.*

*Tayanch iboralar: ko`mir va uchuvchan kul, uchuvchan kul ishlatilishi tijoart texnologiyasi, utilizasiya, iqtisodiy samaradorlik, ekspluatatsion tavsif, ilmiy izlanish, qurilish materiallarini ishlab chiqarish sanoati, alyuminiy sanoati, tuproq hussusiyatini yaxshilash, chiqindini neytrallashtirish, olovga chidamli qurilish materiallari, yo`l qurilishi.*

*At the present time in South Africa fly ash is used in various industrial enterprises. The fly ash industry was formed by coordinated action of all participants for conducting research works and arrangement of conditions for maximum beneficial use of ash. A number of steps aimed at the development of sustainable use of coal ash as well as technologies of beneficial and commercial use of fly ash in various branches of economy are presented in this paper.*

*Keywords: coal and flying ashes, technology of commercial use of ashes, utilization, economic effect, operational characteristics, scientific research, industry of construction materials, aluminum production, improvement of properties of the soil, neutralization of waste, production of fire-resistant materials, road construction.*

В Южной Африке индустрия угольной золы основывается на утилизации разнофракционной летучей золы, применяемой в различных направлениях.

В данной статье представлен ряд шагов, направленных на развитие индустрии устойчивого потребления угольной золы и описаны технологии полезного использования летучей золы, а также технологии коммерческого применения золы в различных отраслях экономики.

**Введение.** Быстрое промышленное развитие Южной Африки в конце 70-х гг. XX века обусловило стремительное повышение спроса на электроэнергию. Учитывая обширные запасы угля, дополнительная мощность обеспечивалась за счет строительства мощных (3000...3600 MW) пылеугольных электростанций.

На этих электростанциях, расположенных в непосредственной близости от шахт, использовался уголь относительно низкой калорийности и высокой зольности, что привело к образованию больших объемов угольной золы на отдельных электростанциях (3,6 млн. т).

Наличие дешевой земли рядом с шахтами позволило складировать угольную золу в отвалы без значительных затрат. Таким образом, индустрия угольной золы Южной Африки возникла с образованием огромных отвалов золы, имеющей небольшую ценность или не имеющей ее вообще.

Признавая свою ответственность, правительственные агентства финансировали национальную программу с целью исследования «проблемы золы». Финансирование было нацелено на то, чтобы поддержать как фундаментальные (университеты), так и прикладные проекты (научно-исследовательские институты). Цель - предоставить научно-техническую информацию, необходимую для полного использования ресурсного потенциала угольной золы.

Область исследований, цель, содержание, значимость, научная обоснованность и приоритет национальной программы рассматривались комитетом, в состав которого вошли ведущие промышленники. Деятельность и структура управления научно-исследовательской программой помогала и способствовала участию промышленности, что, в свою очередь, обеспечило уникальную направленность и гарантировало непрерывную передачу технологий. Необходимость получения экономического эффекта от использования и переработки золы с тем, чтобы ее эксплуатационные характеристики удовлетворяли потребностям рынка, стала основным вопросом научных исследований. Таким образом, движущей силой стало то, что потребовался переход в общественном сознании от термина «зола - отход» к термину «зола - продукт». При этом зола рассматривается как техно-

генный продукт, имеющий техническую и коммерческую ценность.

**Область научных исследований.** Первоначальной целью научных исследований являлось определение химического, минералогического и морфологического составов золы различных углей Южной Африки с целью идентификации потребительских свойств золы для установления направлений ее использования. Как только эта информация стала доступной, было исследовано множество возможных применений золы. Они включали следующие направления: промышленность строительных материалов, производство алюминия, улучшение свойств почвы, нейтрализация отходов, производство огнеупорных материалов и глиняного кирпича, дорожное строительство, производство наполнителей для полимеров и резины, замещение цеолитов, нейтрализация кислых вод шахтных дренажей, заполнение шахт.

**Летучая зола в качестве наполнителя в цементной промышленности.** В результате определения начальных характеристик всех источников летучей золы Южной Африки было установлено, что в золе преобладали аморфные свойства, в основном алюминий и кремний, в умеренных количествах - кальций и железо, и в небольших количествах - щелочь и углерод. Состав менялся незначительно, так как уголь поставлялся из единственного источника, и сжигание такого высокозольного угля требовало тщательного контроля. В результате проведения начального испытания было установлено, что, обладая хорошими пуццолановыми характеристиками, летучая зола, отобранная непосредственно на электростанции, не улучшила свойства бетона настолько, чтобы оправдать стоимость ее транспортирования на большие расстояния. Таким образом, было необходимо получить экономический эффект от использования летучей золы с улучшенными химическими свойствами для гарантии ее рентабельного транспортирования до места сбыта. Пытаясь улучшить свойства летучей золы, вначале для использования отбирали более мелкие, химически активные фракции из последних трёх полей электрофильтра. Вскоре применение данного продукта подтвердило, что он обладает отличными пуццолановыми свойствами, что улучшило характеристики бетона. Как только новость об этом научном открытии достигла строительной промышленности, летучая зола стала более широко применяться, и ее экономический эффект очень скоро был оценен. Спрос быстро увеличивался и скоро стало очевидно, что количество продукта, отобранного из электрофильтра, и его состав, не отвечают потребностям. Поэтому было решено установить оборудование для сортирования золы путем пневмокласификации. Установка производительностью ок. 250 000 т в

год была смонтирована в начале восьмидесятых годов на электростанции Матла. Эта электростанция была выбрана на основании результатов фундаментальных исследований химических и физических свойств золы, как опубликовано членами, координирующими научно - исследовательскую программу. Важным критерием при выборе электростанции явилось то, что ежегодный выход золы на ней составляет около 3 млн. t.

Получена отсортированная путем пневмокласификации летучая зола, 90% частиц которой были размером менее 45 мкм, а содержание углерода составляло менее 1%. Вскоре такая зола стала нормой промышленности (SABS 1491-2). Крупная фракция была помещена в отвал. Такая классифицированная летучая зола больше всего пригодна в качестве добавки в цемент, так как обладала неизменным качеством, сферическим составом, пуццолановыми свойствами и низким содержанием щелочи. При использовании такой золы требуется меньше воды для производства бетона, что способствует уменьшению его усадки (растрескиванию), увеличению плотности и более легкой укладке. Низкое содержание углерода означало, что минеральные примеси, изменяющие свойства бетона (медленное затвердевание, дополнительная деформация и т.п.), не были подвержены воздействию летучей золы. Пуццолановые свойства обеспечивали то, что окончательная прочность на сжатие бетона превышала прочность бетона, содержащего только портландцемент. Подрядчики скоро начали использовать инновационные проекты по применению бетонных смесей для производства бетона равноценной прочности с меньшим количеством цемента. Это было в конце 80-х гг. XX века и связано с цементной промышленностью, испытывающей недостаток мощностей. Возможно, решительным шагом в становлении индустрии золы в Южной Африке стало то, что промышленники решили самостоятельно производить цемент, смешанный с летучей золой. Такой шаг препятствовал росту объемов потребления цементных смесей, поставляемых подрядчикам и бетонной промышленности предпринимателями, которые покупали портландцемент и летучую золу отдельно и продавали различные смеси. Однако, еще более важно то, что это давало возможность производителям цемента значительно увеличивать производительность при минимальных расходах. В связи с тем, что летучая зола обладала неизменным качеством, упрощалось ее использование - чаще всего имело место смешивание золы с цементом вместо размола при производстве цемента.

Эта последовательность событий обеспечила устойчивую переработку золы и гарантировала более широкое ее применение, поскольку летучая зола находилась в конце распределительной сети цементного производства. В настоящее время цементные смеси, содержащие от 15 до 40% классифицированной летучей золы, широко используются в Южной Афри-

ке. Эти продукты сегодня продаются производителями цемента под разными торговыми марками.

В то время, как цементные смеси стали продуктом общего назначения, инженеры-строители вскоре осознали, что можно «проектировать» свойства бетона при использовании большего количества летучей золы или уменьшении количества цемента. При строительстве дамб количество используемой летучей золы было достаточным, чтобы обеспечить лучшее уплотнение и более низкую теплоту гидратации. При строительстве первой в мире дамбы Кнеллпурт, уплотненной роликом и имеющей форму арки, использовалось большое количество летучей золы. В проекте по водным ресурсам горной местности Лесото использовалось 40% летучей золы для того, чтобы ограничить накопление теплоты и уменьшить вероятность растрескивания. Возможно, самыми неопровержимыми доводами того, чтобы использовать летучую золу наряду с портландцементом, является износостойкость. В обширной научно-исследовательской программе, в которой участвовали местные и иностранные специалисты из университетов, научно-исследовательских организаций и производители цементной продукции, было доказано, что бетон, содержащий летучую золу, был значительно более долговечным, чем «стандартный» бетон, содержащий только цемент. Это объясняется двумя причинами: удаление избытка  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и уплотнение матрицы бетона. В частности, уменьшается попадание хлоридов и сульфатов.

Необходимо отметить, что летучая зола использовалась, также, при заводском производстве облицовочных материалов, железнодорожных шпал, автоклавных волокнистых цементных листов и труб. Для производства кирпичей и блоков, наряду с летучей золой, применялся и шлак. В результате наблюдался феноменальный рост потребления, приблизительно составлявший от 20 тыс. t в год в начале 80-х гг. XX века до более 1,65 млн. t в 2004 г.

Успех, достигнутый при использовании классифицированной летучей золы как добавки в цемент, сопровождался применением мельчайшей фракции летучей золы. Первоначально она была произведена в качестве мельчайшего наполнителя для полимерной промышленности. Однако оказалось, что использование этой фракции является практически обязательным в высококачественном и самозатвердевающем бетоне. В результате тщательного контроля фракционного состава мельчайшие частицы летучей золы обладали конкурентоспособными свойствами по сравнению с мельчайшими частицами кварца и, кроме того, отсутствовали сложности, связанные с обработкой последнего. Применение данной фракции способствовало тому, что характеристики бетона удовлетворяли требованиям современной строительной технологии, в которой нормой является прочность бетона в диапазоне 100...150 МПа. Этот продукт экспортируется из Южной Африки в страны Ближнего Восто-

ка, где он используется в строительстве престижных зданий, например в комплексе морского курорта Джумейра (высота гостиницы всего на 60 м меньше, чем здание Имперского штата и выше Эйфелевой Башни).

**Применение летучей золы в полимерной промышленности.** В полимерной промышленности в качестве функциональных наполнителей широко используется известняк, тальк и другие неорганические минералы. Обширные научные исследования показали, что мельчайшие фракции летучей золы можно использовать для частичного или полного замещения некоторых из этих функциональных наполнителей.

В этом случае предварительно классифицированная летучая зола для производства химически активного пуццолана далее используется для извлечения мельчайшей фракции (пласфилл 5), 90% частиц которой имеют размер менее 5 мкм, и более крупной фракции, в которой большинство частиц имеют размер от 5 до 45 мкм (пласфилл 5/45). Данные фракции используются в определенных секторах рынка полимеров, где их морфологические свойства обеспечивают технические и коммерческие преимущества.

Основное преимущество, полученное при использовании пласфилла, - простота обработки и смешивания. Сферическая природа летучей золы способствует продвижению потока во время экструзии и заливки. Уменьшенная усадка и более низкие температуры обработки позволяют более точное изготовление и снижение потерь. В большинстве случаев применения золы исходные физические характеристики изделий остаются неизменными или улучшаются. Совместимость с органической матрицей и неорганическими наполнителями являются существенным фактором для успешного применения золы. В резиновой промышленности представлена структура синергического эффекта летучей золы и других наполнителей для производства изделий высшего качества.

Многие пластмассовые товары, проданные в Южной Африке, содержат особые фракции летучей золы в качестве функционального наполнителя. Они включают: садовые шланги, электропроводку, водопроводы, подошвы обуви, сантехнические изделия и т.д.

**Применение летучей золы в сельском хозяйстве.** Летучая зола - по существу прокаленный остаток неорганических включений в угле, и она может быть рассмотрена как «естественная» добавка в почву.

Так как большая часть почв вблизи электростанций является кислой, оказалось, что добавка летучей золы в почву в качестве удобрения значительно повысила урожай. При проведении исследований университетом Претории было установлено, что после первоначального добавления летучей золы качество почвы было гораздо выше по сравнению с применением других технологий обработки почвы. Были исследованы различные культуры (зерно, фасоль, бобы, травы, и т.п.) Этот результат привел к проведению работ по рекультивации добывающих шахт и карье-

ров. Испытательная работа, находящаяся в настоящее время в стадии реализации, показала, что после начального применения золы было быстро сформировано растительное покрытие, и оно было сохранено. Оказалось, что восстановление золотого рудника летучей золой более рентабельно по сравнению с традиционным методом, в котором используется известняк. Проводятся исследования по применению летучей золы для пастеризации осадков сточных вод. Также оказалось, что полученный в результате продукт, является превосходным мелиорантом почвы. Хотя подобные технологии еще не коммерциализированы в Южной Африке, они успешно применяются в мире.

**Применение летучей золы в шахтах.** Использование летучей золы в крепях подземных шахт на золотых рудниках было одним из первых коммерческих применений золы. Глубина южноафриканских золотых рудников составляет более 10 000 футов. Обычно для того, чтобы держать выемочные камеры открытыми для извлечения руды используются деревянные блоки. Однако было обнаружено, что блоки, состоящие из цемента, хвостов извлечения золота и летучей золы, являются более эффективными. Очевидно, данное применение позволяет сохранить лес. Кроме того, летучая зола используется для цементации трещин с целью уменьшения вязкости и позволяет ее более эффективно герметизировать. В этом случае зола способствует использованию шламов. Кроме восстановления угледобывающей шахты, зола также может использоваться для нейтрализации кислых вод шахтных дренажей. Инновационная научно-исследовательская работа представляет большие перспективы для нейтрализации кислых вод шахтных дренажей и одновременного изготовления цеолитов. Это может быть существенным локальным применением золы, которое позволяет добывающим компаниям соответствовать экологическому законодательству.

**Применение летучей золы в огнеупорных материалах.** Относительно низкая концентрация щелочей и щелочно-земельных материалов в некоторых видах летучей золы приводит к довольно высоким точкам плавления. Это позволяет использовать летучую золу как часть компонентов для огнеупорных материалов, применяемых при температурах ок 1200 °С.

**Применение летучей золы в качестве сырья для цемента.** Содержание оксидов алюминия в угольной золе Южной Африки довольно высоко. Летучая зола месторождения Лесабо с содержанием оксидов алюминия в диапазоне 32...35% используется как частичный заместитель сланца в качестве источника оксида алюминия при изготовлении портландцемента. Это позволяет сохранить природные ресурсы.

**Выводы и заключения.** В настоящее время в Южной Африке летучая зола применяется в различных направлениях на предприятиях разных отраслей экономики. Возникновение индустрии летучей золы

было согласованным действием всех участников, привлеченных для проведения научно-исследовательских работ и создания условий для максимального полезного использования золы. Эта национальная программа, которая служила «инкубатором» технологии, длилась 7 лет (1980 - 1987 гг.). Она оставила после себя в наследство инновационные технологии, с использованием которых была создана процветающая промышленность. Помимо вклада участников программы ее успех обусловлен экономическим сценарием, при котором разворачивалось развитие промышленности - нехватка цемента в быстро развивающейся экономике, относительно случайная пригодность больших объемов высококачественной летучей золы, имеющей постоянный состав и исключительную прочность. Сегодня утилизация золы является устойчивым бизнесом, обеспечивающим высокоэффективные решения соответствующих проблем. Он приносит существенный вклад в экономику и развитие страны, а также позволяет сохранить ресурсы и уменьшить загрязнение среды (меньше выбросов CO<sub>2</sub>, сохранение лесов и предотвращение загрязне-

ния). Ситуация постоянно развивается и в стране, только теперь, рассматривается вопрос утилизации больших объемов золы для заполнения шахт, использование золы в качестве структурных наполнителей и для строительства дорог. Это противоречит тому, что происходит во многих других странах, где, с точки зрения рассмотрения вопросов складирования золы, объем утилизации был основным фактором.

Однако осталось еще много того, что необходимо сделать. Получение экономического эффекта и изменение свойств летучей золы, использование её уникальных химических характеристик гарантируют перспективное длительное будущее угольной золы. Это особенно верно, поскольку научное сообщество обращает свое внимание на угольную золу нового поколения, например, полученную при газификации твердого топлива и обработке дымовых газов.

(Статья опубликована на сайте <http://ссп.е-арбе.ru/uploads/files/kruger.pdf> Московского энергетического института, перевод с английского языка: канд. техн. наук Путилова И.В. и магистр Путилова А.В.).

УДК 669.017.11

© Юсупходжаев А.А., Худояров С.А., Мирзажанова С.Б. 2013 г.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ ШИХТЫ ДЛЯ АНАЛИЗА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Юсупходжаев А.А., профессор кафедры «Металлургия» ТашГТУ, докт. техн. наук; Худояров С.П., заведующий кафедрой «Металлургия» ТашГТУ, канд. техн. наук; Мирзажанова С.Б., ассистент кафедры «Металлургия» ТашГТУ

*Maqolada shixta moddalarni fizikaviy xususiyatlarini metallurgik jarayonlarni tahlilida qo'llash muammolari ko'rib chiqilgan. Alohida moddalarni elektr o'tkazish qobiliyatining mexanizmi va ularni turli gaz atmosferasida qizdirishda o'zgarishiga alohida e'tibor qilingan.*

*Tayanch iboralar: metallurgiya process, shixta elektr-o'tkazuvchanlik, fizikaviy-kimeviy aylanish, dinamik shartlar.*

*Problems arising out of use of physical properties of the component in the course of metallurgical process are considered in this article. A special emphasis is put on the material conductivity mechanism and its change in different gas atmospheres.*

*Key words: metallurgical process, furnace charge, electric conductivity, physical and chemical transformations, dynamic conditions.*

Целью настоящих исследований была разработка динамического метода анализа хода металлургических процессов на базе использования физических свойств шихтовых материалов. Большинство применяемых методов анализа в металлургии носят статический характер и фиксируют начальную и конечную стадию процесса. Они практически не

улавливают динамику процесса и характер физико-химических процессов, протекающих в них [1].

Метод непрерывного измерения электропроводности свободен от этих недостатков. Он позволяет фиксировать температуру и время начала физико-химических превращений, их скорость и момент окончания. Это, в свою очередь, позволит в непре-

рывном режиме оптимально управлять ходом металлургического процесса. При использовании метода электропроводности необходимо иметь представление о механизме электрических явлений в компонентах шихты.

Поскольку металлургическая шихта – многокомпонентная система, то целесообразно начать исследования по поведению при нагреве каждой из основных составляющих шихты как отдельно, так и в их различных сочетаниях. Следует отметить, что данные по измерению изменения электросопротивления шихтовых материалов в различных условиях в литературе встречаются крайне редко [2, 3].

Научный и практический интерес представляют данные о возможности протекания тока через различные шихтовые материалы.

Большинство компонентов шихтовых материалов являются полупроводниками. Известно, что оксиды железа и ферриты обладают относительно хорошей проводимостью. Это может быть объяснено особенностями строения их кристаллической решетки. Они обладают как электронной, так и дырочной проводимостью. Электрическая проводимость определяется, главным образом, типом связей в решетке полупроводников. Механизм электронной проводимости в полупроводниках можно описать как с корпускулярной, так и с волновой точки зрения. Если в идеальной гомеоплярной кристаллической решетке, благодаря увеличению энергии, нарушается одна из ковалентных связей, то оторвавшийся электрон может практически свободно двигаться по кристаллу в периодическом поле решетки. Недостающий электрон в рассмотренной связи (так названная «дырка») может быть заменен электроном одной из сходных связей, в результате чего происходит перемещение дырки по кристаллу [4].

Из-за наличия дефектов в строении решетки или вследствие внедрения чужеродных атомов в узлы (или в междоузлия), образуются примесные центры, которые могут действовать как поставщики электронов (доноры), или как приемщики электронов (акцепторы). С точки зрения корпускулярной модели, характер примесного центра зависит от числа валентных электронов примесного атома [5].

С точки зрения волнового механизма, механизм проводимости полупроводника можно описать на основании зонной модели. При соединении атомов в идеальную кристаллическую решетку из дискретного ряда энергетических состояний изолированного атома возникают энергетические зоны.

Если кристаллы состоят из  $N$  атомов, то в каждой зоне имеются (с учетом возможных спинов)  $2N$  состояний. Эти зоны могут частично перекрываться или могут быть отделены друг от друга запрещенными зонами. При абсолютном нуле самая верхняя зона, соответствующая электронным внеш-

них оболочек, или валентная зона, полностью занята. При повышении температуры, т.е. при сообщении решетке некоторой тепловой энергии, электроны будут переходить из валентной зоны в зону проводимости. При этом число незанятых состояний, возникающих в валентной зоне, т.е. число дырок, равно числу электронов в зоне проводимости (собственная проводимость) [6]. В полупроводниках возможна и ионная проводимость, механизм которой определяется движением анионных и катионных вакансий.

Основными компонентами вмещающих пород минеральных руд являются оксиды железа, кальция, алюминия и кремния. Оксиды железа являются нестехиометрическими полупроводниками, у которых преобладающим дефектом являются вакансии ионов кислорода и малая зависимость от наличия примесей в их структуре. В свою очередь, концентрация вакансий в решетке оксидов железа и ферритов сильно зависит от температуры. Это объясняется тем, что колеблющиеся в узлах кристаллической решетки ионы кислорода с повышением температуры приобретают энергию, которая достаточна для преодоления связи между ионами железа и кислорода. Ион кислорода, получив избыточную энергию, вырывается из кристаллической решетки, образуя тем самым вакансию ионов кислорода. Между тем, в решетке всегда поддерживается электронейтральность. Это достигается тем, что на место иона кислорода может сесть электрон, образуя так называемый  $F$  – центр, который в свою очередь, также может вырваться из кристаллической решетки. Электронейтральность поддерживается также и движением катионов. Действительно, если на поверхности ионного кристалла образовалась вакансия вместо кислородного иона (анионная вакансия), которая затем диффундирует внутрь, то поверхность должна была бы зарядиться отрицательно, а объем кристалла положительно.

Такие разделенные и разноименные заряды имели бы столь большую электростатическую энергию, что разойтись на макроскопические расстояния они не могут. Чтобы любой локальный объем оставался электронейтральным, должны образовываться дефекты двух типов с противоположенными зарядами, например анионные и катионные вакансии.

Оксид кальция и диоксид кремния при обычных температурах практически не электропроводны, а при высоких температурах обладают незначительной электропроводностью. Вместе с тем, при температурах пирометаллургических процессов они вступают во взаимодействие с оксидом железа и образуют ферриты и силикаты соответствующих металлов.

Вследствие этого можно сделать вывод о том, что в проводимости шихтовых материалов, в основном, участвуют оксиды железа. По этой причи-

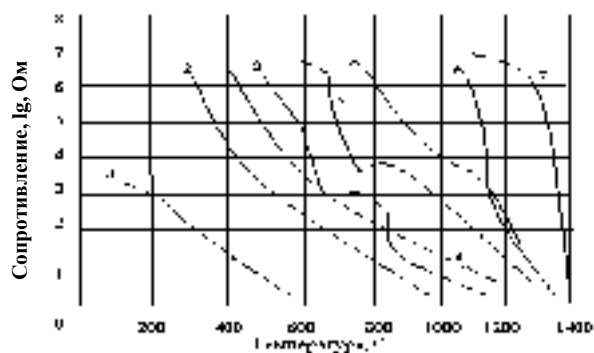


Рис.1. Изменение электросопротивления чистых фаз и соединений при нагреве в нейтральной атмосфере: 1 - FeO; 2 - Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>; 3-2- CaO × Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 4 - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5 - CaO × Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 6 - 3CaO × SiO<sub>2</sub>; 7 - CaO × SiO<sub>2</sub>; 8 - 2FeO × SiO<sub>2</sub>

не, в наших исследованиях мы ограничились изучением изменения электросопротивления оксидов железа и их соединений, полученных при спекании с оксидом кальция и кремния.

Для исследования процессов, протекающих при нагреве шихтовых материалов, мы контролировали изменение электрического сопротивления образцов. Электросопротивление замеряли с помощью схемы вольтметр – амперметр, дающей возможность измерять сопротивление непрерывно и с большой точностью. Питание схемы осуществляли от сети переменного тока через генератор сигналов ГЗ – 7А. Генератор позволяет регулировать выходное напряжение от 100 мкV до 30 V, а частоту в пределах от 20 Гц до 10 мГц.

Выходное напряжение генератора контролировали ламповым милливольтметром ВЗ-5. Диапазон измеряемых напряжения от 10 мкV до 1 V. При необходимости установления в схеме напряжения выше 1 V милливольтметр отключали и выходное напряжение устанавливали по милливольтметру, смонтированному в генератор. Ток в цепи измеряли с помощью милливольтметра Ф58-1. При необходимости измерения более малых действующих значений тока, был использован миллиамперметр Ф-58, позволяющий производить замеры с 0,001 Ма. Для измерения электрического сопротивления электроды вводили внутрь образца. Особое внимание было уделено выбору материала для электродов.

К нему были предъявлены следующие требования:

- низкая величина собственного электросопротивления;
- слабое влияние на характеристики материала температуры и состава газовой фазы;
- низкая реакционная способность по отношению к материалам, составляющим шихту.

Больше всего этим требованиям удовлетворяет платина, которая и была использована при проведении исследований. Ряд образцов, с целью проверки полученных результатов, исследовали рентгенографическим, петрографическим и термографическими методами.

Для исследований мы использовали следующие виды материалов: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ч.д.а), CaO (ч.д.а), SiO<sub>2</sub> (ч.д.а), а также магнетитовая руда месторождения «Тобинбулак», подвергнутая многократной магнитной перемешке в сепараторе со слабым магнитным полем.

На проводимость материалов большое влияние оказывает состав газовой атмосферы. В зависимости от среды материалы претерпевают те или иные превращения, которые сказываются на электросопротивлении. На рис 1. представлены изменения электросопротивления различных материалов и соединений при их нагреве в нейтральной атмосфере.

Из данных на рис. 1. видно, что лучшей проводимостью обладает оксид железа. Вюстит из всех оксидов желез является наиболее нестехиометрическим, у него повышенное количество вакансий и, следовательно, лучшая проводимость. Он обладает относительно хорошей проводимостью даже при комнатной температуре. При температуре выше 400<sup>0</sup>С у вюстита наблюдается резкое снижение электросопротивления. Это объясняется протекающим реакцией:



В результате этой реакции появляется металлическое железо, которое и определяет всю проводимость системы в целом. Приведенные данные по проводимости дают возможность судить о процессах, протекающих в материалах и их смеси при нагреве в условиях металлургической печи.

На основании проведенных исследований показана природа электрической проводимости шихтовых материалов и их изменение при нагреве в различных газовых атмосферах. Это, в свою очередь, даст возможность создать систему мониторинга физико-химических превращений шихты в динамических условиях.

#### Список литературы:

1. Линчевский Б.В. Техника металлургического эксперимента. М. Металлургия. 1967. – 344 с.
2. [http:// www. Mineral.ru /infblok/ misis](http://www.Mineral.ru/infblok/misis).
3. [http:// www. taobao.ru /metallurgiya/](http://www.taobao.ru/metallurgiya/). – 1. ht. n 1.
4. Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. М. Металлургия. 1963. – 674 с.
5. Саркин Я.К., Дяткина М.Е. Химическая связь и строение молекул. М. Металлургия. 2006. – 374 с.
6. Бокий Г.Б. Введение в кристаллохимию. М. Металлургия. 2004. – 298 с.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА УРАНА В НАВОИЙСКОМ ГМК

Мустакимов О.М., зам. главного инженера НГМК; Сапаров А.Б., начальник ТО ПУРиРМ НГМК; Шарафутдинов У.З., зам. начальника СТК РУ-5 НГМК, канд. техн. наук

*Hozirgi kunda NKMK bo'yicha jami uran Markaziy Qizilqum konlarida yer ostida tanlab eritmaga o'tkazish texnologiyasi bilan qazib olinmoqda. Bu usul uran qazishda tannarxni pasaytirishga imkon yaratadi va ekologik «toza» ishlab chiqarishni ta'minladi. 2020 yilgacha uran ishlab chiqarishni rivojlantirish dasturiga muvofiq metall ishlab chiqarish hajmi oshadi.*

*Tayanch iboralar: uran, yer osti usulida tanlab eritish, sorbsiya, ekstraksiya, reniy, noyob metallar, atrof muhit muhofazasi.*

*Currently all of the uranium mined in NMMC is obtained by means of underground leaching in the Central KyzylKum open pits. This method allows to reduce the cost of uranium mining and ensure the environmentally clean production. According to the uranium production development program the amount of metal production will increase by 2020.*

*Keywords: uranium, underground leaching, sorption, extraction, rhenium, rare-earth elements, environmental protection.*

В настоящее время в Республике Узбекистан основные подтвержденные, оцененные и прогнозные запасы урана сосредоточены в Кызылкумской провинции. Начиная с 40-х гг. в Узбекистане интенсифицировались работы по изучению природных богатств: проведена комплексная геологическая съемка Кызылкумов, в том числе, специальные поисковые работы на уран, аэrorадиометрические и наземные геолого-радиометрические поиски. В результате поисков выявлено более 70 рудопоявлений урана, что послужило началом освоения Кызылкумского региона в 1952 г. с месторождения Учкудук. Именно на базе этого месторождения в 1958 г. было начато строительство Навоийского горно-металлургического комбината, а уже в 1962 г., впервые в горнодобывающей отрасли, специалистами НГМК была разработана инновационная технология добычи урана методом подземного выщелачивания (ПВ).

Установлено, что добыча урана способом ПВ имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным способом:

- меньший расход электроэнергии;
- низкие капитальные и эксплуатационные затраты;
- возможность рентабельной отработки низкосортных урановых руд песчаникового типа;
- незначительное воздействие радиации на окружающую среду.

На сегодняшний день добыча урана в НГМК полностью осуществляется методом подземного выщелачивания. В структуру уранового производства комбината входят три предприятия по добыче урана: Северное рудоуправление (разработка месторождений Учкудук, Кендык-тюбе и Мейлисай), Рудоуправление № 5 (месторождения Шимоллий и Жанубий, Букиной, Аульбек, Кухнур, Истиклол, Северный Канимех,

Бешкок, Лойликен, Суграла), Южное рудоуправление (месторождения Сабирсой, Кетмончи, Ёгду) и Гидрометаллургический завод № 1, выпускающий закись-окись урана после переработки солей серно-кислых.

В подразделениях НГМК добыча урана методом ПВ осуществляется тремя способами, отличающихся друг от друга применением в качестве выщелачивающих реагентов различных химических реагентов и их комбинации: кислотный, кислотно-бикарбонатный и безреагентный способы.

Как и при традиционном способе, так и при способе добычи подземным выщелачиванием на первоначальном этапе производится вскрытие руды. Вскрытие рудных залежей урана осуществляется системой закачных и откачных скважин. В зависимости от фильтрационных свойств и однородности рудного массива применяются различные схемы расположения скважин: прямолинейная, гексагональная с различными расстояниями между рядами и скважинами. В подразделениях НГМК, как правило, скважины сооружаются по прямолинейной схеме, которая полностью позволяет охватывать рудные залежи, хотя по сравнению с гексагональной является менее эффективной. Гексагональная схема сооружения скважин не нашла широкого применения по причине более высоких затрат на расходные материалы.

В связи с истощением запасов урана, залегающих на небольших глубинах, в эксплуатацию вовлекаются месторождения с глубиной залегания руды до 500 и более м и сложными горно-геологическими условиями. Учитывая, что геотехнологическая скважина является сложной в плане сооружения конструкцией, от работы которой зависит эффективность добычи, всё более актуальным становится работа по обеспечению качественного сооружения скважин.

Для обеспечения работ по качественному сооружению скважин с 2008 г. разработаны и внедрены в производство мероприятия по модернизации техники и совершенствованию технологии в бурении геотехнологических скважин:

- внесены изменения в конструкцию буровых установок УРБ-3А3.051 и произведена замена их на модернизированные буровые установки УРБ-3А3.053, 1БА-15;

- внедрен в использование комплект низа бурильной колонны (КНБК) со спиральными канавками и квадратными утяжелёнными бурильными трубами (УБТ) для предупреждения аварий при бурении скважин (сальникообразование, прихватов бурильных труб);

- произведена замена замков ЗН-95, ЗН-108 на разработанные специалистами НГМК замки с прорезами и разгрузочной канавкой для облегчения спускоподъемных операций бурильных труб при бурении;

- разработана новая технология бурения скважин высокоэффективными долотами БИТ (PDC) с внесением изменения в их конструкцию.

Экономический эффект от внедрения нового инструмента и совершенствования технологии бурения позволил снизить расходы на бурение и сооружение скважин в 2011 г. - 1 171 336 долл. США, в 2012 г. - 4 379 630 долл. США.

При обсадке геотехнологических скважин на полигонах ПВ применяются соответствующие по своим физико-механическим свойствам трубы из непластифицированного поливинилхлорида (ПВХ), изготавливаемые на заводе по выпуску труб ПВХ в Южном рудоуправлении НГМК. Неотъемлемой частью скважин являются фильтры скважин, производимых в ПО НМЗ, которые обеспечивают максимальную скважинность с высоким, стабильным дебитом скважины.

С 2000 г. подъём раствора из скважины на полигонах ПВ осуществляется электропогружными насосными агрегатами (ЭПНА), которые пришли на замену эрлифтного раствороподъёма. Использование ЭПНА в значительной мере позволило увеличить добычу урана при снижении энергоёмкости производственного процесса добычи, отказаться от использования дорогих компрессорных установок.

Попытка внедрения ЭПНА в качестве инструмента раствороподъёма предпринималась ранее в 80-х гг., но из-за малого ресурса работы ЭПНА и отсутствия ассортимента типоразмеров ЭПНА работы были свёрнуты. Сегодня в подразделениях накоплен большой опыт по качественной эксплуатации ЭПНА, тем самым обеспечена наработка на отказ насоса до 12 000 h, в 2000-2002 гг. наработка на отказ не превышала 2500 h.

В настоящее время эксплуатируются ЭПНА фирм: Oddesse (Германия), Grundfos (Дания, Германия), Wilo (Германия), Impro (Турция). Ведутся работы (изучается рынок) с фирмами-производителями ЭПНА Италии и Индии.

После подъёма на дневную поверхность продуктивные растворы при помощи насосов по системе технологических трубопроводов направляются на сорбционную переработку. Сорбция урана из продуктивных растворов осуществляется на ионообменных смолах Purolite А-606 (Англия), ВD-706 (Китай) в колоннах типа СНК. Пройдя сорбционный передел, раствор, обеднённый по урану (маточный раствор), доукрепляется реагентом и направляется обратно на добычные участки для подачи по закачным скважинам на дальнейшее выщелачивание урана. По мере насыщения ионообменная смола направляется на десорбцию, которая осуществляется сернонитратными растворами. Выделение урана из товарного регенерата проводится аммиачной водой методом каскадного осаждения при определенных значениях рН. Осаждённый уран для отделения от раствора пропускают через фильтр-пресса. После фильтрации, жёлтый кек растворяется в растворе серной кислоты до получения солей сернокислых, являющихся полуфабрикатом производимым подразделениями ПВ. Далее соли сернокислые из подразделений доставляются на ГМЗ-1, где растворенный урановый концентрат проходит экстракционное концентрирование с применением органических экстрагентов. Насыщенная ураном органическая фаза проходит реэкстракцию смесью карбоната и бикарбоната аммония.

Получаемая пульпа кристаллов аммонийуранилтрикарбоната после очистки от примесей поступает на фильтрацию. Отфильтрованные кристаллы проходят прокаливание до получения готовой продукции в виде закиси-оксида урана.

Уран, производимый НГМК, полностью экспортируется в зарубежные страны, обеспечивая комбинату стабильное поступление валютных средств. В целях обеспечения равномерного увеличения объёмов добычи урана, в комбинате активно ведётся работа по освоению и вводу в эксплуатацию новых месторождений. Новые месторождения характеризуются большей глубиной залегания руды, как это было отмечено выше, и высокой карбонатностью пород рудовмещающего продуктивного горизонта. Так, если по предыдущим месторождениям показатель карбонатности не превышал в среднем 0,6-1,0%, то на новых площадях карбонатность рудовмещающих пород выше 2%, достигая по отдельным площадям показателя 10-12%. В этом случае, использование применяемого на сегодняшний день выщелачивающего реагента – серной кислоты, является технически и экономически нецелесообразным, так как взаимодействие карбонатов с серной кислотой приводит к резкому снижению фильтрационных свойств водоносного рудовмещающего пласта и невозможности дальнейшего извлечения урана. В связи с чем в настоящий период происходит ревизия запасов, отнесенных к забалансовым по этому показателю, поскольку имеются положительные результаты обработки руд с повышенной

карбонатностью на месторождениях Аульбек. Ведутся опытные работы на месторождениях Майлисай, Северный Канимех и Ёгду. При этом плановый коэффициент извлечения урана из недр остаётся неизменным. Увеличение глубины залегания рудных тел от 110 до 550 м и средней эффективной мощности рудовмещающих водоносных горизонтов от 12 до 20 м влияет на снижение площадной продуктивности вскрываемых рудных тел, и, как следствие, снижается эффективность отработки рудных залежей. Кроме того, увеличение эффективной мощности рудовмещающих водоносных горизонтов приводит к увеличению расхода реагентов, используемых для выщелачивания урана из недр.

На данных месторождениях, имеющих сложные горно-геологические условия, в период с 1980 по 1990 гг. Министерством Среднего машиностроения бывшего Союза и различными научно-исследовательскими институтами (ВНИИХТ, ВИС и ВСЕГИНГЕО, г. Москва) проводились работы по определению эффективной технологии их отработки. На тот период времени эксплуатация этих месторождений была признана нерентабельной и не эффективной и работы на них были прекращены.

В настоящее время специалистами НГМК и республиканскими научно-исследовательскими институтами (ГП НИИМР и Институт микробиологии АН РУз., г. Ташкент) проводятся работы по подбору эффективных технологических схем отработки вышеуказанных месторождений.

В начальный период освоения инфильтрационные месторождения урана, обрабатываемые методом подземного выщелачивания, рассматривались как мономинеральные. Дальнейшими работами на ряде месторождений было установлено, что отдельные элементы накапливаются в технологических растворах подземного выщелачивания и могут быть рентабельно извлечены попутно с основным компонентом. Исходя из конъюнктуры, одними из перспективных при попутной добыче являются рений, молибден и редкоземельные элементы (РЗЭ).

В настоящее время из хвостовых растворов геотехнологических участков подземного выщелачивания Рудоуправления № 5 и Северного рудоуправления успешно ведется попутное извлечение рения.

Особое внимание в уранодобывающих подразделениях уделяется вопросам охраны окружающей среды. При отработке месторождений способом ПВ основными причинами и источниками загрязнений окружающей среды являются: проливы технологических растворов при нарушении целостности технологических средств (трубопроводов, оголовок скважин и шлангов) и выполнении различных операций (выбросы при чистке и прокачке скважин, инфильтрация из отстойников и накопителей и т.п.); разбрызгивание растворов при откачке погружными насосами и эрлифтами; шлам и керн при бурении скважин, остаточные растворы в недрах эксплуатационных

участков и растекание их в смежные над и подрудные водоносные горизонты через скважины. При этом основные возможные объекты загрязнения - атмосферный воздух, почва, поверхностные и, главным образом, подземные воды.

Производственный мониторинг за состоянием окружающей среды является обязательной частью природоохранной деятельности НГМК. Это позволяет устанавливать наличие воздействия на атмосферный воздух, водный бассейн, почвенный покров и растительность, а также определять качественную и количественную характеристики содержащихся в них загрязняющих веществ, контролировать соблюдение установленных нормативов предельно-допустимых выбросов и сбросов вредных веществ.

*Охрана почвенного покрова.* В районе с пустынным и полупустынным климатом на участках подвижных и полуподвижных песков с наветренной стороны от контура отработки возводятся параллельные валы из местного грунта и покрываются закрепляющим материалом. Все технологические скважины оборудуются оголовками, исключая пролив растворов при их переполнении. Сброс растворов при чистке и прокачке скважин осуществляется в специальные емкости для отстоя и последующего возврата в скважины. На случай пролива на поверхность растворов на обрабатываемой площади предусматривается размещение временных складов извести и закрепляющих материалов. Проливы нейтрализуются, поверхность очага закрепляется и присыпается. По завершении эксплуатационных работ на участке производится геофизическая съемка поверхности, выявляются очаги загрязнения и на основании полученных данных осуществляется рекультивация поверхности участка. Основными способами являются: в районе развития слабых грунтов - снятие и захоронение загрязненного слоя, в районе развития ценных почв - снятие и захоронение почвы, вспашка на глубину 40 - 50 см. На всех отмеченных участках проводится биологическая рекультивация: вносятся удобрения и восстанавливается растительный покров. Такие участки вводятся в эксплуатацию не менее чем через один вегетационный период с тем, чтобы в почве начала восстанавливаться первоначальная структура и расселяться микрофлора.

*Охрана поверхностных вод.* Для защиты поверхностных водообъектов предусматриваются соответствующие инженерные сооружения (нагорные каналы, обводные каналы, дамбы, переходы и др.), исключая их загрязнение и обеспечивающие организованный отвод паводковых, талых и ливневых вод, защиту технологического оборудования и коммуникаций.

При наличии в районе рудника ПВ (в пределах санитарной зоны) постоянных водообъектов создаются пункты контроля качества воды, которые располагаются в трех зонах по площади: внутриконтурной (по контуру балансового оруденения); приконтурной

(на 20-метровой полосе, примыкающей к внутриконтурной); региональной (примыкает к приконтурной).

Данные наблюдения по законтурным наблюдательным скважинам, сооруженным на продуктивных водоносных горизонтах, свидетельствуют о том, что по всем объектам ПВ НГМК, независимо от применяемой технологической схемы выщелачивания, за пределами 200-300 метровой зоны от контура рудных залежей естественный фон пластовых вод остается без изменений. Режимный контроль и наблюдения за состоянием смежных с продуктивным водоносных горизонтов также показывают, что практически ощущение изменения их естественного состояния не происходит.

*Радиационный контроль* осуществляется службами контроля условий труда и охраны окружающей среды, а также промышленно-санитарными лабораториями комбината, территориальными и центральными организациями Госсаннадзора, Госкомприроды, ГИ «Саноатгеоконтехназорат».

Многолетний опыт использования комбинатом способа подземного выщелачивания подтвердил его высокую эффективность и экологическую безопас-

ность, что обусловило расширение области его применения.

Конъюнктура рынка требует внимательного отношения к техническому совершенствованию всех звеньев производства урана, снижению себестоимости его выпуска. В связи с этим в НГМК разработана Программа развития уранового производства на период до 2020 г., намечены и уже осуществляются мероприятия по:

- вводу в эксплуатацию новых перспективных месторождений;
- модернизации существующего серноокислотного завода и строительству нового завода;
- строительству и вводу в эксплуатацию в 2013-2015 гг. рудников подземного выщелачивания на базе месторождений Северный Канмех и Суграли;
- реконструкции цеха №3 ГМЗ-1;
- разработке и внедрению автоматизированного учета работы и движения ЭПНА.

Реализация программы позволит обеспечить стабильный рост объема производства урана по НГМК до 2020 г.

УДК: 622.765.06

© Ослоповский С.А., Володин А.И., Ткаченко Е.С., Петухов О.Ф. 2013 г.

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СГУЩЕНИЯ ПУЛЬПЫ В МОДИФИЦИРОВАННОМ РАДИАЛЬНОМ СГУСТИТЕЛЕ

Ослоповский С.А., директор Рудоуправления ГМЗ-1 НГМК; Володин А.И., начальник технологического цеха №2 Рудоуправления ГМЗ-1 НГМК; Ткаченко Е.С., ведущий инженер геологического отдела НГМК; Петухов О.Ф., начальник ГТЛ ЦНИЛ НГМК, канд. техн. наук

*Radial quyiltirgich konstruksiyasining takomillashtirilgan sxemasi keltirilgan. Pulpaning quyiltiruvchi yangi kamerasi ishlab chiqilgan bo`lib, u bir paytda quyiltirish samaradorligini oshirib, flokulyant sarfini kamaytirishga olib keladi.*

*Tayanch iboralar: quyiltirgich, pulpa, flokulyant, quyiltirilgan mahsulot, samaradorlik.*

*Structural modifications made to the radial thickener are described in this article. A development of new cell for the thickening of pulp led to a significant increase of thickening capacity and simultaneous reduction of flocculant consumption.*

*Keywords: thickener, pulp, the floatation coagulant, the condensed product, efficiency.*

Процессы сгущения пульп занимают важное место в технологии рудопереработки и достигают 15% в заводской себестоимости. Наибольшее распространение на обогатительных фабриках и гидрометаллургических заводах получили одноярусные радиальные сгустители [1]. Эти аппараты легки в обслуживании и в управлении. К недостаткам радиальных сгустителей относится относительно низкая их производи-

тельность. Ранее была сделана попытка усовершенствования конструкции сгустителей, но существенного повышения их производительности достигнуто не было [2].

Разработан и внедрён в промышленную практику модифицированный радиальный сгуститель, конструкция которого защищена патентом РУз и представлена на рис. 1

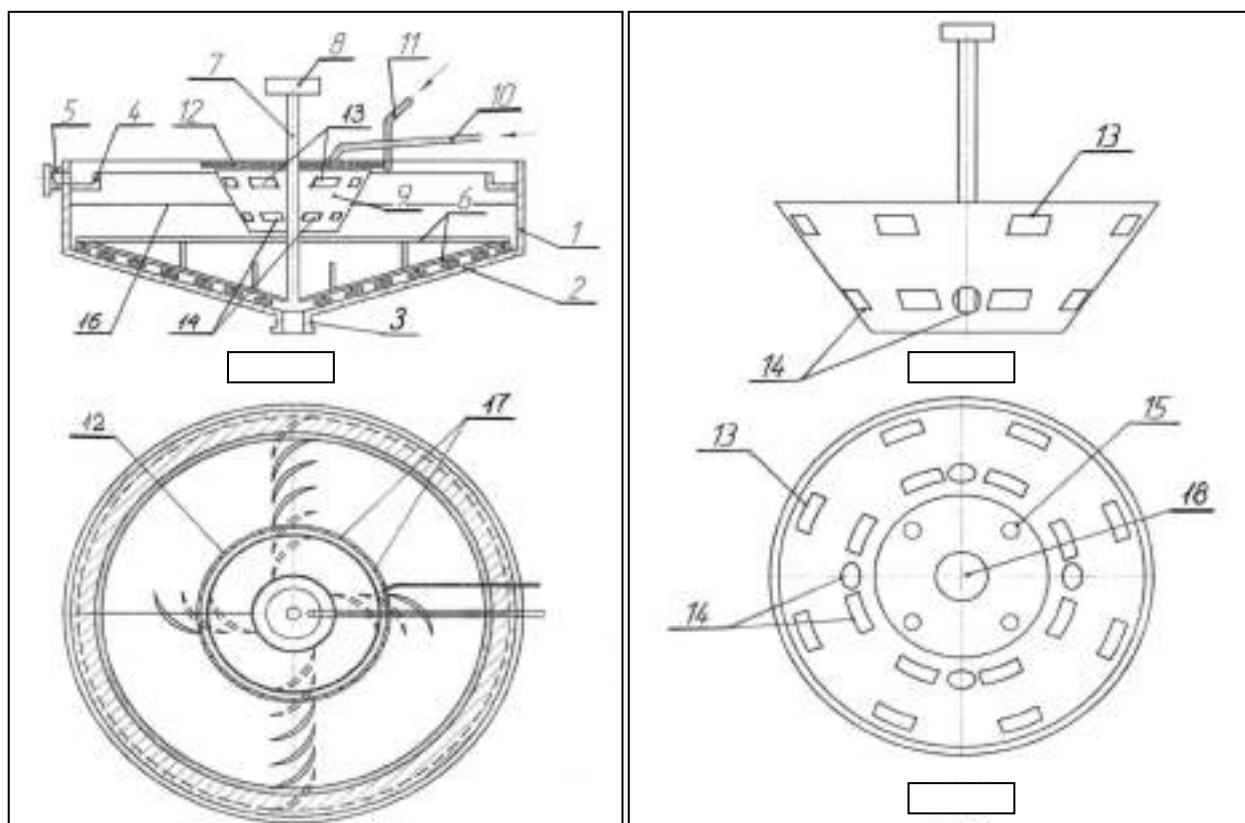


Рис.1. Модифицированный радиальный сгуститель

Радиальный сгуститель состоит из чана цилиндрической формы (1), конического днища (2), разгрузочного патрубка для сгущённого продукта (3), периферического желоба для сбора осветлённого продукта (4), разгрузочного патрубка для осветлённого продукта (5), гребкового механизма (6) для транспортирования сгущённого продукта, вала (7), с помощью которого осуществляется вращение гребкового механизма, приводного механизма (8), кольцевой камеры для флокулообразования (9).

В верхней части камеры флокулирования расположены отверстия (13) для поступления части осветлённой жидкости с флокулянт. В нижней части камеры для флокулообразования расположены отверстия (14), а в днище камеры отверстия (15) для вывода сфлокулированного продукта в чан ниже уровня осветлённого слоя.

Трубопровод (11) предназначен для подачи исходной пульпы в радиальный сгуститель. Кольцевой коллектор с отверстиями (12) предназначен для подачи флокулянта и установлен над кольцевой камерой для флокулообразования (9). Кольцевой коллектор снабжён отверстиями (17), расположенными равномерно по всему периметру, через которые флокулянт поступает в сгуститель на поверхность осветлённого слоя. В центре днища кольцевой камеры для флокулообразования (9) находится отверстие (18) для прохождения вала (7). Линия разделения осветлённого и сгущённого продукта обозначена (16).

Радиальный сгуститель работает следующим образом. Исходная суспензия поступает по трубопроводу (11) в камеру для флокулообразования (9).

Исходный флокулянт подаётся по кольцевому коллектору (12) и через отверстия (17) поступает в сгуститель на поверхность осветлённого слоя. Именно такая подача флокулянта обеспечивает его хорошее перемешивание с осветлённым продуктом и разбавление, необходимое для эффективного флокулирования суспензии.

Осветлённый продукт вместе с содержащимся в нём флокулянт поступает в камеру для флокулообразования (9) через отверстия (13), расположенные в верхней части этой камеры.

Далее сфлокулированная пульпа выводится из камеры флокулирования через отверстия, расположенные в нижней части камеры (14) и через отверстия в её днище (15). Сгущённый продукт транспортируется по коническому днищу (2) с помощью гребкового механизма (6) к разгрузочному патрубку (3) и выводится из сгустителя.

Осветлённый продукт собирается в периферический желоб (4) и через разгрузочный патрубок (5) выводится из сгустителя.

Смешение флокулянта и пульпы происходит в камере для флокулообразования (9) за счёт того, что процесс идёт в динамике: новая порция флокулянта, хорошо перемешанная в осветлённом слое и поступающая с ним в камеру для флокулообразования (9)

Таблица 1

Сравнительные результаты по эффективности прототипа и предложенного сгустителя

Наименование показателей	Ед. изм.	Сравниваемые способы	
		Известный сгуститель	Модифицированный сгуститель
Расход флокулянта (ПАА)	g/t твёрдого	12-14	10-12
Скорость осаждения	m/h	0,12-0,3	0,2-0,4
Высота осветлённого слоя	m	0,1-0,2	0,5-1,3
Ж:Т сгущённого продукта	отн. ед.	1,7-1,9	1,5-1,7
Удельная производительность	t/m <sup>2</sup> -d	0,7-1,6	1,5-2,0

через отверстия (13), захватывается новой порцией пульпы и уже в виде сформированных флокул (сфлокулированная пульпа) выводится из камеры для флокулообразования (9) через отверстия (14).

Для сравнения положительного эффекта, достигнутого на модифицированном сгустителе с известными конструкциями сгустителей, проводят сгущения глинистой пульпы с содержанием частиц класса – 0,074 mm 80%, в том числе, частиц класса – 0,050 mm 20%.

Сравнительные результаты эффективности рассматриваемых сгустителей с применением в качестве флокулянта полиакриламида (ПАА) приведены в табл. 1

Таким образом, положительный эффект от внедрения модифицированного сгустителя в промышленную практику состоит в снижении расхода флокулянта при одновременном улучшении показателей сгущения и упрощении конструкции сгустителя.

Список литературы:

1. Дуденков С.В., Шубов Л.Я. Обогащение руд цветных и редких металлов – М.: Недра, 1976. С.296 – 300.
2. Пашков А.А., Лаврентьев К.Н. Интенсификация процесса сгущения // Горный журнал. – 2002. – Специальный выпуск. – С.116-117.

УДК 622.23.001

© Мислибоев И.Т., Джаббаров М.Н., Таджиев Ш.Т., Пардаев Ф.Ш., Эргашев О.С. 2013 г.

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЕЗАГРЕГАЦИИ КРЕПКИХ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Мислибоев И.Т., доцент кафедры «Горное дело» ТашГТУ, канд. педаг. наук; Джаббаров М.Н., доц. каф. «Горное дело» ТашГТУ, канд. техн. наук; Таджиев Ш.Т., ст. преподаватель кафедры «Горное дело» НГГИ; Пардаев Ф.Ш., магистрант НГГИ; Эргашев О.С., магистрант НГГИ

*Maqolada tog` jinslarining qattiqligi sirt aktiv moddalar tasiri ostida kamayish jarayonlari keltirilgan. Bajirilgan tahlillar yordamida tog` jinslarining qattiqligini kamaytiruvchi sirt aktiv moddalarining kimyoviy tarkibi va optimal turlari aniqlangan.*

*Tayanch iboralar: tog` jinslarining fizik-kimyoviy maxkamligini kamaytirish, sirt-aktiv moddalari, elektrolitlar, fizik-kimyoviy almashish, Rebinder effekti, fazalararo sirt, tog` jinsining siqilishga va tortilishga qattiqligi, adsorbsiya effekti.*

*This article describes the weakening process of rock strength by means of using surface-active substances. The analysis of chemically active agents is performed and the effective type of surface-active substances for weakening of their strength is selected.*

*Keywords: physical and chemical weakening of durability of rocks, surface-active substances, electrolytes, physical and chemical transformation, Rebinder's effect, interphase surface, durability of rocks on compression and the stretching, the adsorptive effect.*

Физико-химическое ослабление прочности массива горных пород - процесс, при котором массив изменяет свои свойства в сторону снижения показателя прочности при воздействии вод-

ных растворов поверхностно-активных веществ (ПАВ) и электролитов за счет физико-химических превращений взаимодействующих фаз в горных породах.

Явление понижения прочности твердых тел в присутствии ПАВ было обнаружено Ребиндером [1, 2] и получило название эффекта Ребиндера.

ПАВ - это вещества с асимметрической молекулярной структурой, молекулы которых содержат одну или несколько гидрофильных групп и один или несколько гидрофобных радикалов. Такая структура, называемая дифильной, обуславливает поверхностную (адсорбционную) активность ПАВ, т.е. их способность концентрироваться на межфазных поверхностях раздела фаз (адсорбироваться), изменяя их свойства.

Эффект Ребиндера заключается в том, что при физико-химическом взаимодействии растворов ПАВ с поверхностью горной породы наблюдается снижение их прочностных свойств за счет адсорбции ПАВ на поверхности развивающихся микротрещин. Наибольший адсорбционный эффект наблюдался в том случае, когда возникающие в процессе разрушения новые поверхности успевают покрываться адсорбционными слоями [3]. Процессы адсорбции из растворов ПАВ на границе твердое (адсорбент) - жидкость обуславливаются интенсивностью молекулярных силовых полей твердой и жидкой фаз на границе раздела. Различие в интенсивности силовых полей, т.е. разность полярностей двух фаз (растворителя и адсорбента), является причиной возникновения свободной энергии  $\sigma$  на границе, разделяющей эти фазы. Чем больше разность полярностей, а, следовательно, и величина  $\sigma$ , тем сильнее выражена тенденция к ее уменьшению.

Для твердых адсорбентов адсорбция имеет место на всей поверхности капилляров, трещин, пор, обычно превышающей во много раз величину видимой внешней поверхности. Процесс изменения концентрации в поверхностном слое, обусловленный молекулярными ван-дерваальсовыми силами, называется физической адсорбцией. В том случае, когда происходит образование поверхностного соединения в результате действия химических сил, процесс носит название хемосорбции.

Однако нельзя говорить о резком разграничении физических и химических сил. Тем не менее, в большинстве случаев природу явления можно установить, исследовав величину теплового эффекта процесса. При уменьшении свободной поверхностной энергии в процессе адсорбции выделяется теплота адсорбции. Исследованиями [4] установлено, что при хемосорбции выделяется значительно большее количество тепла, чем в процессе физической адсорбции.

Адсорбция на поверхности раздела жидкость-твердое тело описывается уравнением Гиббса [5]:

$$\Gamma = \frac{a}{RT} \left( -\frac{\partial \bar{b}}{\partial a} \right)_m, \text{ мол} / \text{см}^2, \quad (1)$$

где  $\Gamma$  - избыток вещества в мол на 1 м<sup>2</sup> поверхности раздела;

$a$  - активность растворенного вещества в растворе;

$R$  - газовая постоянная, равная  $8,31 \times 10^7$  эрг/моль×град ( $8,31 \times 10^3$  Дж/кмоль×град);

$T$  - абсолютная температура, град.

Это фундаментальное уравнение, являясь приложением второго начала термодинамики к поверхностям раздела фаз, дает количественное выражение для распределения растворенного вещества между объемом и поверхностным слоем в результате самопроизвольных процессов, приводящих к уменьшению свободной поверхностной энергии.

Для поверхностно-активных веществ  $\left( -\frac{\partial \bar{b}}{\partial a} \right) < 0$ , следовательно,  $\Gamma > 0$ , т.е. адсорбция положительна. Величина производной, взятая с отрицательным знаком, называется поверхностной активностью ( $q$ ):

$$q = -\frac{\partial \bar{b}}{\partial c}. \quad (2)$$

Исследованиями [2, 6] установлено, что поверхностная активность является мерой способности растворенного вещества понижать поверхностное натяжение и переходить из объема в поверхностный слой, т.е. адсорбироваться.

В процессе разрушения горной породы, в ней, на поверхности во внутренних частях, появляются постепенно возрастающие трещины. Если разрушение происходит в вакууме, то эти трещины могут вновь смыкаться при удалении разрушающей силы и тело восстанавливается, если не произошло полного разделения его частей.

Согласно энергетической трактовке, эффект ослабления массива прочности горных пород характеризуется понижением работы на образование новых поверхностей твердого тела в процессе деформации и разрушения под влиянием формирующегося на них адсорбционного слоя.

По силовой трактовке проникновение адсорбционного слоя по поверхностям развивающегося усилия, пропорционального двумерному давлению, есть понижение поверхностной энергии вдоль границы слоя (сферического препятствия).

Исследованиями [1] установлено, что все виды разрушения горных пород сводятся к следующей схеме: в процессе механического разрушения массива напряжения, возникающие в породе, приводят не только к разрушению поверхностного слоя, но и к образованию большой сети макро- и микротрещин в более глубоких слоях, т.е. к образованию зоны нарушения, так называемой зоны предразрушения массива. Эффект адсорбционного понижения прочности связан с тем, в какой мере адсорбционные слои ПАВ из окружающей среды успевают проникнуть в развивающиеся дефекты, покрывая образующиеся в них новые поверхности твердого тела.

С этим связаны и наблюдения, показывающие, что с возрастанием размеров адсорбирующихся молекул, когда их поверхностная активность в обычном смысле, т.е. адсорбция на свободных поверхностях твердого тела продолжает возрастать, адсорбционное понижение прочности может исчезнуть: размеры та-

ких молекул уже не позволяют им проникнуть в устья раскрывающихся дефектов. По тем же причинам адсорбционное понижение прочности наблюдается лишь в условиях одновременного сочетания действия напряженного состояния, способствующего постепенному развитию дефектов, и наличия адсорбирующихся веществ с достаточной подвижностью молекул или атомов. ПАВ весьма малых размеров, например, поверхностно-активные металлы вызывают адсорбционное понижение прочности и облегчение деформации путем внутренней адсорбции на зародышевых поверхностях, развивающихся в объеме деформируемого тела.

Сильное адсорбционное понижение прочности горного массива может наблюдаться и в отсутствии внешних условий - под воздействием одних только, иногда незначительных, внутренних напряжений или даже в ненапряженном состоянии - путем самопроизвольного диспергирования при понижении поверхностной энергии до очень низких (предельный случай очень сильной поверхностной активности).

При рассмотрении ряда физико-химических факторов, присущих процессам адсорбционного понижения прочности, можно выделить следующие необходимые группы: химическое средство твердого тела и поверхностно-активной среды; условия приложения нагрузки, т.е. его дефектность.

Механическая прочность адсорбционного слоя близка к прочности идеального кристалла [7]. Поэтому можно сделать вывод: образовавшись, трещинообразное нарушение должно существовать достаточно долго (если успели произойти адсорбция, диффузия и т.д.). Если большая часть понижения поверхностной энергии приходится на мономолекулярную адсорбцию, то ПАВ способствует поддержанию нарушенной зоны в нарушенном состоянии, что согласуется с теорией П.А. Ребиндера и его наблюдениями.

Структурные факторы, влияющие на поведение горной породы в активной среде, чрезвычайно многообразны и взаимосвязаны с другими факторами, определяющими механизм адсорбционного понижения прочности под воздействием среды. К ним относятся пористость, гранулометрический и минералогический составы, влажность породы, текстура, структура, дефектность структуры и т.д.

Горные породы представляют собой сложные трехфазные системы, состоящие из твердого вещества, жидкости и газа. Количество, объем, структура пор и трещиноватость определяются механическими свойствами горных пород. Структурные дефекты способствуют зарождению микротрещин, поверхностно-активная среда облегчает и способствует их развитию и распространению.

Эффективность действия ПАВ в значительной степени зависит от молекулярного средства ПАВ и горной породы, т.е. при подборе оптимального понизителя прочности следует учитывать минералогический состав породы. Наибольшей смачивающей спо-

собностью будут обладать лишь те ПАВ, близкие по химическому составу к горным породам; за счет этого достигается максимальная скорость подвода ПАВ к устью вновь образованных трещин.

При разрушении и деформации горных пород происходит формирование структур различных порядков и их переход друг в друга. При этом разрушение происходит, когда какая-то структура (например, система микротрещин) становится неустойчивой. Влияние раствора ПАВ как раз и заключается в том, что они могут перевести структуру из состояния устойчивого равновесия в неустойчивое положение.

В настоящее время можно с уверенностью отметить, что практически для каждого материала можно найти среду, которая приводит к адсорбционному понижению его прочности.

Практически для всех видов твердых тел существуют родственные по химическому составу и строению среды, которые в значительной степени обеспечивают компенсацию обнажающихся при разрушении тела связей, т.е. сильно понижающих свободную энергию возникающей вновь поверхности и, тем самым, могут привести к резкому падению прочности данного твердого тела. Степень влияния среды связана многими обстоятельствами, в том числе с реальной дефектностью данного твердого тела - наличием зародышей разрушения, развитию которых и превращению в трещины помогает среда.

Важную роль играют границы зерен; если в отсутствии активной среды разрушение имеет чаще всего транскристаллитный характер, то при контакте с поверхностно-активным веществом твердого тела происходит почти исключительно по границам зерен, которые являются дефектами, несущими избыток свободной энергии и, соответственно, местами адсорбции и каналами для распространения поверхностно-активных атомов.

Понижение прочности горной породы или облегчение процесса механического разрушения ее может произойти только в среде, обладающей высокой энергией смачивания по отношению к данной породе или содержащей вещества, способные адсорбироваться на поверхности породы. В процессе механического разрушения напряжения, возникающие в породе, приводят не только к разрушению поверхностного слоя, но и к образованию макро- и микротрещин в более глубоких слоях породы, т.е. к образованию зоны остаточных деформаций. Вследствие этого в указанной зоне прочность породы всегда в той или иной степени понижена по сравнению с первоначальной прочностью. Если разрушение ведется в неактивной среде, то в след за снятием нагрузки микротрещины закрываются и энергия, потраченная на их образование, будет потеряна.

Как известно, горная порода состоит из минерального скелета и цементирующего вещества, а также пор и трещин, заполнение которых различными жидкостями предопределяет возможность изменения

свойств массива. В результате этого заполнения поро- да становится многофазной средой, и свойства ее начинают зависеть от всего комплекса входящих эле- ментов и от их взаимодействия.

Степень воздействия жидкости на горную породу может быть статической и динамической. Статиче- ское воздействие жидкости на породу приводит к ее набуханию, размягчению, растворению, а динамиче- ское - к механическому разрушению и перемещению горных пород.

Первая стадия любого взаимодействия жидкости с твердым телом - смачивание, т.е. способность жидко- сти смачивать данную поверхность (определяется молекулярным взаимодействием между жидкостью и поверхностью твердого тела, которую она смачивает). Это взаимодействие количественно характеризу- ется величиной краевого угла  $\beta$ , образующегося на твердой поверхности вдоль линейной границы разде- ла твердое тело-жидкость-газ.

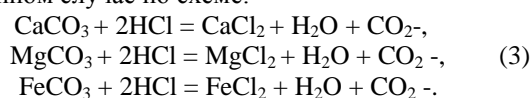
Чем притяжение (адгезия) в этой системе больше, тем ниже его свободная поверхностная энергия на границе смачиваемое тело - смачивающая его жид- кость. Это значит, что смачивание твердого тела тем полнее и лучше, чем больше работа адгезии жидко- сти к твердому телу и чем меньше работа когезии жидкости, а, следовательно, и ее поверхностное натя- жение.

Следующая стадия - заполне- ние эффективного порового про- странства, увеличение трещинова- тости, расслаиваемости пород, за счет ослабления связей между частицами (эффект Ребиндера). В процессе проникновения и запол- нения рабочей жидкостью эффек- тивного порового пространства может также происходить химиче- ское взаимодействие, приводящее к частичному разрушению (растворения) цементирующих веществ породы.

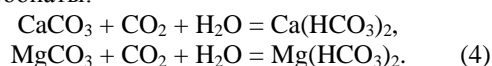
Если на жидкость или газ, за- полняющие сообщающиеся поро- вые пространства в пласте, дейст- вует внешняя сила, эти пластовые жидкости будут перемещаться в породе. Установившаяся скорость течения и его направление будут определяться, с одной стороны, различными физическими свойст- вами текущей среды (плотность, вязкость, сжимаемость, упругость и т.д.), с другой стороны, характе- ром и свойствами порового про- странства, которые будут изме- ряться проницаемостью (пропуск- ная способность породы). Чем больше подвижность жидкости

насыщающей породу и чем выше адсорбционная спо- собность и гидрофильность породы, тем сильнее раз- рушающее действие жидкости.

Установлено, что минералогический состав пород оказывает влияние на характер движений в них жид- костей. На проницаемость горных пород оказывают влияние глинистые минералы. В табл. 1 показано применение ПАВ в горной промышленности [7]. Уве- личение проницаемости горных пород за счет обра- ботки их химическими растворами указывает на воз- можность дезагрегации горных пород. Для растворе- ния горной породы, содержащей более 10-15% карбо- натов в цементирующем веществе, применяют рас- твор соляной кислоты (HCl) или гидразина соляно- кислого (NH<sub>2</sub>×NH<sub>2</sub>×HCl). Основные реакции протека- ют в данном случае по схеме:



Выделяющийся углекислый газ увеличивает рас- творимость карбонатов, переводя их в растворимые гидрокарбонаты:



В породах с малой проницаемостью и большим содержанием карбонатов целесообразно применение гидразина солянокислого, который обладает большей

Таблица 1

Применение ПАВ в горной промышленности

Реагент	Полученный эффект	Область использования
Метилоформаат и этилацетат	Нагревание залежи, гидро- лиз, кислотная обработка	Добыча горных пород растворением
Высокомолекулярный полиак- риламидный полимер	Раскрытие трещин	Добыча горных пород растворением
Гидразин	Увеличение проницаемо- сти в результате образова- ния газообразной среды, снижение прочности гор- ных пород	Управление труднообру- шаемой кровлей
Перекись водорода, перекиси щелочных металлов или их смеси	Растворение органическо- го вещества	Добыча горных пород растворением
Гидразин, мочевины, соли щелочных металлов низких карбоновых кислот	Образование промежуточ- ных продуктов с глини- стыми минералами	Добыча горных пород растворением
Водорастворимое масло 0,5- 3%; эмульсия, состоящая из гомологов бензола и нафтали- на калия, хромолана, бутадио- на, меркантро-бензолтиазола и сульфоната натрия	Растворение глинистых минералов	Добыча горных пород растворением
Аммиак	Удаление серы, золы	Обогащение горных пород
Сульфосалициловая кислота	Растворение соединений железа. Увеличение про- ницаемости залежи	Добыча горных пород
Хлористый калий	Увеличение проницаемо- сти залежи	Добыча горных пород

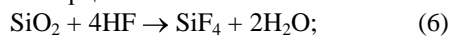
смачивающей и адсорбционной способностью, чем раствор соляной кислоты. С увеличением в составе цементирующего вещества содержания инистых соединений падает растворимость карбонатов. В таких случаях применяют смесь кислот: соляной и плавиковой, называемой глиноокислотой.

Плавиковую кислоту можно заменить бифторидом натрия, обращение с которым значительно проще и который в соляно-кислой среде постепенно превращается в хлорид натрия с образованием фтористоводородной кислоты:



Процесс взаимодействия глиноокислоты с породой сложен и может быть выражен следующими реакциями:

- растворение кварца:



- разложение каолинита:



Наибольший интерес для дезагрегации крепких горных пород представляют химические соединения из класса комплексонов. Одним из таких соединений, представляющих интерес, является нитрилотриметил-фосфоновая кислота. Анализ литературных источников [1-7] показал возможность применения растворов карбамида для дезагрегации горных пород с образованием промежуточных продуктов с глинистыми минералами.

Основными глинистыми минералами цементирующего вещества горных пород являются каолинит, гидрослюда, монтмориллонит, бейделлит и минералы их групп.

Таким образом, выполненный анализ позволяет сделать выбор таких химически активных веществ, как карбамид, соляная кислота, нитрилотриметилфосфоновая кислота, сульфосалициловая кислота, которые можно применять для исследований по разупрочнению горных пород.

#### Список литературы:

1. Ребиндер П.А., Шукин Е.Д. Поверхностные явления в твердых телах в процессах их деформаций и разрушения. М., 1979. – 242 с.
2. Горюнов Ю.П. Эффект Ребиндера. – М.: Недра, 1966, с. 126.
3. Калимов Ю.И. и др. Изменение прочностных свойств горных пород под воздействием химических реагентов // Уголь. – М., 1979. – №1. – С. 10-14.
4. Войтенко В.С. Управление горным давлением при бурении скважин. – М.: Недра, 1985. – 181 с.
5. Лопаткин А.А. Теоретические основы физической адсорбции. – М., 1983. – 344 с.
6. Николаев Л.А. Физическая химия. – М.: Высшая школа, 1964. – 381 с.
7. Докукин А.В. Основные проблемы горной науки. – М.: Недра, 1980. 365 с.

УДК 622.795.016

© Таджикиев Ш.Т., Бекпулатов Ж., М., Пардаев Ф.Ш., Эргашев О.С., 2013 г.

## ТЕХНОЛОГИЯ УСРЕДНЕНИЯ РУД ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕ НА СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Таджиев Ш.Т., ст. преподаватель кафедры «Горное дело» НГГИ; Бекпулатов Ж.М., ассистент кафедры «Горное дело» ТашГУ; Пардаев Ф.Ш., магистрант НГГИ; Эргашев О.С., магистрант НГГИ

*Yer osti kon lahmlaridagi rudalarni aralashtirish texnologiyasi keltirilgan bo'lib, har hil tarkibli ruda komponentlarini aralashtirishni boshqarish orqali ruda oqimini o'rtalashtirish texnologiyasi tavsiya etilgan.*

*Tayanch iboralar: yer osti usulida qazib olish, rudani o'rtalashtirish, murakkab strukturali kon, foydali komponentning tarkibi, sifatli tavsif, rudaning massasi.*

*This article proposes the technology of ore bedding in the underground workings which allows to control the homogenization of ore flow by means of agitation thereof with various grades of valuable component.*

*Keywords: underground production, averaging of ores, difficult and structural field, maintenance of a useful component, qualitative characteristic, ore weight.*

Мировые тенденции развития горнодобывающей промышленности в современных условиях во многом определяются факторами истощения запасов и обеднения ранее кондиционных месторождений. Для обеспечения и поддержания достигнутого уровня

выпуска металла многие горные предприятия расширяют сырьевую базу за счет доразведки частей месторождений и вовлечения в переработку некондиционных запасов минерального сырья. Поэтому по мере отработки запасов месторождений дальнейшее разви-

тие горно-перерабатывающих комплексов все в большей степени определяется готовностью к переработке некондиционного сырья. В результате методы и средства формирования рудного потока должны разрабатываться и выбираться на основе многокритериальной оценки вариантов совместной разработки месторождений природного и техногенного происхождения.

На сложноструктурных месторождениях критерием принятия решений служат требования к качеству перерабатываемого полезного ископаемого, поэтому основой для формирования рудного потока является опробование, в соответствии с которым отстраиваются выемочные контуры и происходит управление разубоживанием извлекаемой руды. Именно здесь зарождаются предпосылки для реального объединения рудных потоков разрабатываемых месторождений. Поэтому эффективность использования сырьевых ресурсов в этом случае можно повысить в результате выбора рациональных параметров, а формирование рудного потока шахты повысить в результате разработки технологии развития и использования системы (рис. 1-4). Такие ресурсы в этом случае выполняют роль буферного элемента, позволяющего скорректировать как параметры рудного потока, так и технико-экономические показатели получения товарной продукции.

В подземных условиях предконцентрация рудной массы – это создание в рамках современного высокопроизводительного горно-добычного комплекса, в котором отбитая рудная масса при её прохождении по технологической цепи рудника разделяется на два или несколько потоков, состоящих из рудной массы с повышенным содержанием полезных компонентов (предконцентрата) и отходов предконцентрации (пустых пород или некондиционной руды). Такой производственный процесс ещё называется механизированной пороодоотборкой.

Кроме того, возможны и варианты технологии с разделением по типам и сортам руды. Посортное выделение руд имеет смысл при селективных схемах обогащения, как известно, обеспечивающих более полное извлечение полезных компонентов и сокращение отходов переработки.

Процесс предконцентрации максимально автоматизируется с применением специальных сепараторных устройств. В основу процессов предконцентрации закладываются устойчивые корреляционные связи между определёнными физическими характеристиками и вещественным составом горных пород, а также степень различия этих характеристик между разделяемыми компонентами рудной массы.

Разделение компонентов рудной массы может производиться на базе непосредственного использования различия каких-то свойств полезных ископаемых и засоряющих их горных пород. Определяющими для эффективного разделения рудной массы являются наличие двух условий [1]:

1. Технические средства для достаточно быстрого и точного определения вещественного или минералогического состава рудной массы.

2. Способы селекции, технологичные для горного производства.

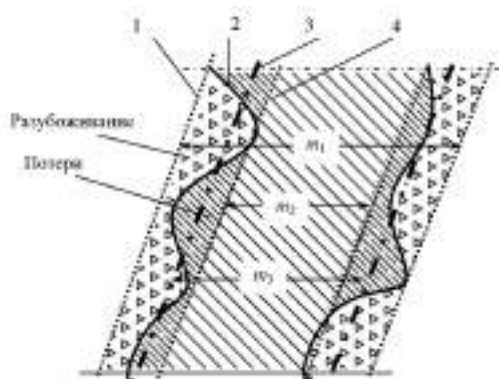
Вопрос стабилизации качественных характеристик рудной массы, отправляемой на переработку, становится ещё более актуальным со снижением среднего уровня содержания в ней полезных компонентов. Именно по этой причине проблема стабильности рудо-минерального сырья вначале остро проявилась при открытой добыче, где обычно добывают более бедные руды. Подземные же рудники стали заниматься решением этой проблемы, в основном, значительно позже.

Кроме разработки более высококачественных руд, определённую роль в этом сыграло и то обстоятельство, что подземные рудники имеют, по сравнению с карьерами, более многоступенчатую технологию добычных работ с многократным перемешиванием рудной массы. Так, при подземной добыче, кроме взрывной отбойки, выполняются гравитационные процессы выпуска рудной массы через множество выпускных отверстий, её доставка с перепуском через блоковые, участковые и капитальные рудоспуски, подземное механическое дробление с бункеризацией руды, а также ряд других процессов и операций, сопровождаемых перегрузочными работами.

Кроме того, рабочая ёмкость подземного горного и транспортного оборудования и технологические параметры элементов горных работ обычно меньше. Поэтому и дозы смешивания разнокачественной рудной массы ниже, чем в карьерах. Все это способствует тому, что степень усреднения рудной массы при подземной добыче существенно выше, чем при открытых горных работах. Как результат – трудно управляемый процесс выравнивания качественных характеристик рудной массы в руднике происходит значительно интенсивнее и эффективнее.

В определённых условиях, особенно при разработке богатых руд с относительно небольшой изменчивостью показателей качества руды в недрах, этой естественной усреднительной способности подземной горнодобычной технологии оказывается достаточной для удовлетворения потребности перерабатывающего производства. Но по мере обеднения рудных запасов в разработку вовлекается все больше участков месторождения с неустойчивыми характеристиками руды.

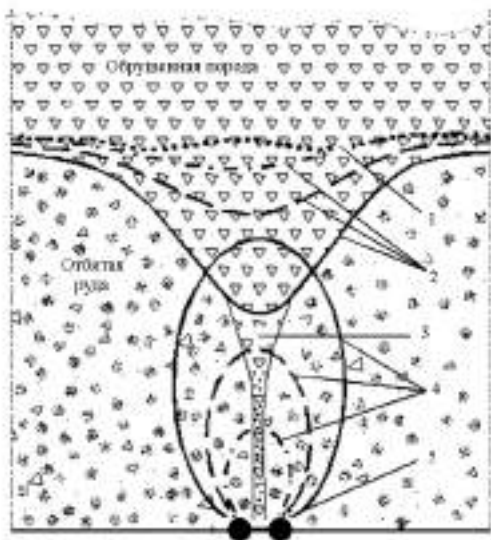
Как следствие этого, понижается среднее содержание металлов, увеличивается амплитуда и частота изменения содержания металлов в объёме извлекаемых запасов руды, оказывая всё большее негативное воздействие на горно-металлургическое производство. Но и при наличии относительно богатых руд определённая степень изменчивости их качества имеет место и поэтому всегда есть объективная необходимость управления качеством.



**Рис. 1. Влияние отбойки руды на ее качество (разрез вкрест простирания):** 1 и 4 – границы отбойки, обеспечивающие соответственно максимальные значения разубоживания и потерь руды; 2 – границы рудного тела; 3 – оптимальная граница отбойки руды

Вопрос заключается лишь в том, на каком этапе всего комплекса производств возможно технологически наиболее эффективно выполнять соответствующие мероприятия по управлению качеством руды: в подземном пространстве рудника, на его промплощадке, в транспортных средствах или на территории обогатительной фабрики.

Мировой опыт и практика отдельных отечественных горных предприятий подтверждают актуальность и технологическую возможность эффективного решения проблемы управления качеством рудо-минерального сырья уже на стадии горного производства. Это тем более важно, так как процесс повышения качества конечной продукции, как правило,



**Рис. 2. Влияние границ выпуска руды на уровни потерь и разубоживания:** 1 – начальная граница обрушенных пород и отбитой руды; 2 – границы контакта обрушенных пород и отбитой руды для трех условных периодов выпуска; 3 – границы прорыва пустых пород в выпускное отверстие; 4 – условные фигуры выпуска (эллипсоиды вращения) для условных периодов выпуска руды; 5 – выпускное отверстие (дучка, окно и др.)

многостадийный. Решить эту проблему только за счёт технологий переработки обычно значительно дороже и не всегда технически возможно на должном уровне.

Проблема управляемого формирования качества рудо-минерального сырья в процессе его добычи является по своей сути технико-экономической. Технологически в ней выделяются два самостоятельных и вместе с тем взаимосвязанных аспекта:

- увеличение концентрации полезных компонентов в добытой рудной массе;
- повышение степени стабильности вещественного и минерального состава рудной массы.

Кроме того, весьма актуальны и другие направления проблемы обеспечения качества рудо-минерального сырья в части его гранулометрического состава, прочностных характеристик, влажности, засорённости закладочным материалом, попадания металлических и деревянных предметов и др.

Главными параметрами системы разработки, определяющими ее воздействие на качество и стабильность, являются разубоживание и потери руды [1]. При этом влияние системы разработки может проявляться по-разному.

На подбор шихты и стабильность рудопотока не влияют следующие системы разработки:

- I класса с открытым выработанным пространством, при которых ведется выемка камерных запасов с низким разубоживанием руды;
- II класса с магазинированием руды при мощности рудных тел более 0,8 м и минимуме вторичного разубоживания;
- III класса с закладкой выработанного пространства при использовании твердеющей и бетонной закладки.

Несущественное влияние на качество рудопотока оказывают системы разработки II, III и VI классов соответственно с магазинированием руды, с закладкой выработанного пространства и с обрушением вмещающих пород под защитой матов, перекрытий и др.

И, наконец, качество рудопотока радикально зависит от систем разработки с обрушением руды и вмещающих пород, при которых выпуск руды ведется в условиях непосредственного контакта отбитой руды и обрушающихся пород, что вызывает высокое разубоживание рудопотока (VII класс), и систем разработки с магазинированием руды (II класс) при мощности рудных тел (жил) менее 0,8 м.

При оконтуривании рудного тела необходимо стремиться к выбору компромиссных (оптимальных) значений потерь и разубоживания. В иных случаях имеет место «эффект ножниц»: при уменьшении потерь возрастает процент разубоживания и наоборот.

Применение мелкошпуровой отбойки позволяет выдерживать контур рудного тела, обеспечивая минимум разубоживания и потерь руды, т.е. наибольшее соответствие содержания полезного компонента

в рудопотоке его значениям в неотбитом массиве. Кроме того, мелкошпуровая отбойка позволяет получать такой гранулометрический состав рудопотока, при котором затраты на дробление минимальны.

При скважинной отбойке и сложной форме рудного тела четко выдерживать его контуры практически невозможно. Поэтому следует оценивать варианты в двух условных границах [1-2]:

- в границах, обеспечивающих максимальное разубоживание и минимальные потери руды (рис. 1, (1));

- в границах, обеспечивающих максимальные потери и минимальное разубоживание руды (рис. 1, (4)).

Целесообразным является вариант с оптимальными параметрами и показателями качества рудопотока (рис. 1, (3)).

Кусковатость руды обеспечивается способом отбойки и паспортом БВР. Этот параметр предопределяет весьма существенные затраты по дроблению руды на обогатительной фабрике.

Мелкошпуровая отбойка не приводит к выходу негабарита и дает сравнительно небольшой размер среднего куска. Скважинная отбойка, особенно при веерном расположении скважин, вызывает существенный выход негабарита и значительно больший средний размер куска. Минная отбойка имеет еще более низкие показатели по гранулометрическому составу отбитой руды и в настоящее время практически не применяется.

Стушение сетки шпуров или скважин до определенного предела снижает кусковатость руды и выход негабарита, но повышает расходы на отбойку руды. Поэтому необходим поиск оптимума влияния этих факторов [3, 4].

Границы выпуска руды определяют уровни потерь и разубоживания (рис. 2) [5]. Выпуск отбитой руды при ее прямом контакте с обрушенными породами, как правило, сопровождается прорывом пустых пород к выпускному отверстию. Физический процесс истечения руды и породы как сыпучих сред характеризуется условными фигурами – эллипсоидами вращения, равными по объему каждой очередной дозе выпуска руды. Одновременно происходит прогиб поверхности контакта руды и породы.

До момента касания эллипсоида выпуска с поверхностью контакта разубоживание практически отсутствует; затем в дучку начинают поступать породы в объемах, адекватных зоне пересечения эллипсоида выпуска и линии контакта отбитой руды с обрушенными породами. Растущий объем эллипсоида вращения повышает извлечение руды (снижает потери), но при этом увеличивает разубоживание, т.е. снижает качество рудопотока.

Влияние оборудования на процесс доставки руды весьма существенно. Чем меньше емкости доставочных сосудов, тем эффективнее усреднение руды в процессе ее доставки. Сортировка руды по качеству

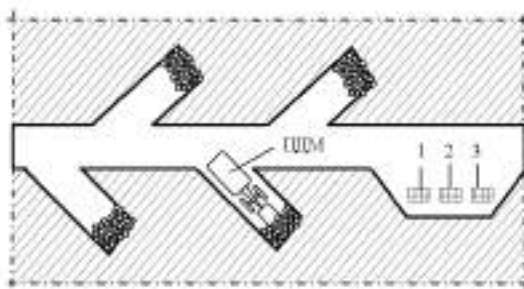


Рис. 3. Сортировка руды на горизонте доставки разгрузкой в специализированные рудоспуски для богатой (1), средней (2) и бедной руды (3)

может производиться за счет разгрузки в два или более разных рудоспусков (рис. 3) [1-6]. Проходятся специализированные рудоспуски под руду определенного диапазона содержаний полезного компонента. Разделение рудопотоков позволяет на последующих этапах управлять их качеством.

Усреднение руды можно проводить и в подземных горных выработках. Один из вариантов – выкладка усреднительных штабелей при отработке рудных залежей камерно-столбовыми системами (рис. 4). Руда после погрузки экскаватором от груды забоя, самосвалом доставляется в уже отработанную камеру. В ней с помощью бульдозера организуется штабель с горизонтальной отсыпкой полезного компонента руды. Экскаватор с другой стороны штабеля ведет черпание и отгрузку руды вертикальными слоями. Благодаря этому происходит усреднение рудопотока – перемешивание руды с различным содержанием полезного компонента.

Рассмотрим влияние следующих основных способов управления горным давлением на качество рудопотока: оставление целиков, магазинирование руды, закладка выработанного пространства и обрушение руды и вмещающих пород.

Рудные целики вызывают снижение качества рудопотока, а породные целики с убогой рудой обеспечивают повышение качества рудопотока. При магазинировании руды (за счет знакопеременной нагрузки магазинированной руды на висячий и лежащий бока) во время выпуска активизируется вторичное разубоживание, что ухудшает качество руды.

Закладка выработанного пространства в зависимости от типа и качества работ может существенно со-

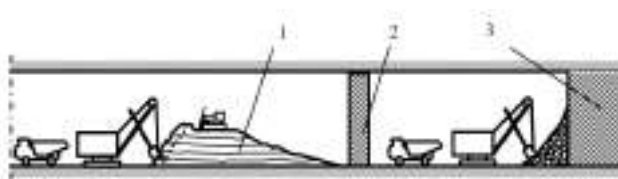


Рис. 4. Усреднение рудопотока при камерно-столбовой системе разработки: 1 – горизонтальный усреднительный штабель; 2 – внутрикамерный рудный столбчатый целик; 3 – забой камеры

кратить потери и разубоживание руды (упрочненная или бетонная закладка) либо вызывать потери (просыпание мелочи в закладку) или разубоживание (при поддирке верхнего слоя закладки) руды (рыхлая закладка без настилки полков). Обрушение руды и вмещающих пород при пустых вмещающих породах влияет на качество руды весьма негативно, а при на-

личии в пустых породах полезного компонента может влиять позитивно.

Таким образом, рекомендована технология усреднения руды в подземных горных выработках, позволяющая усреднить рудопоток путем перемешивания руды с различным содержанием полезного компонента.

**Список использованной литературы:**

1. Бозуславский Э.И. Управление качеством руды. – СПб, 2002. – 78 с.
2. Ершов В.В. Геолого-маркшейдерское обеспечение управления качеством руды. М.: Недра, 1986.
3. Каплунов Д.Р., Ломоносов Г.Г. Основные проблемы освоения недр при подземной разработке рудных месторождений // Горный журнал. – Москва, 1999. – №1. – С. 44-49.
4. Красиков Ю.Д., Постиков В.И., Топорков А.А. Стабилизация работы горных предприятий: Учебник для. – М.: Недра, 1995. – 211 с.
5. Ломоносов Г.Г. Управление качеством продукции горного предприятия. – М., 1984. – Ч. 1-2.
6. Подготовка минерального сырья к обогащению и переработке / Под ред. В.И.Ревнивцева. – М., 2007.

УДК 622.775.016:532

© Аликулов Ш.Ш., Каримов И.А., Бекпулатов Ж.М. 2013 г.

## ОЦЕНКА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПОДЗЕМНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ РУД

**Аликулов Ш.Ш.**, ст. преподаватель кафедры «Техника и технология добычи, переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГИ; **Каримов И.А.**, зав. кафедры «Техника и технология добычи, переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГИ; **Бекпулатов Ж.М.**, ассистент кафедры «Горное дело» ТашГТУ

*Kolmatasiya jarayonida foydalaniladigan blokga ta sir qiluvchi omillar filtrasiya tezligini pasayishi, skvajinaning takomilashgan tuzilish qurilmasi, amaliyotda xamma vaqt ham, qo'l kelavermaydi. Qattiq dispersiya faza holati ruda qatlamida yoriqlik va darzliklar hisobiga filtrlanish xususiyati tezrok rol uynaydi, yer osti ishqorlanishda ruda qatlamning yoriqligi va kollektorlarning xususiyati 60-85 % bog'liq, kichik yoriqliklar bilan filtrlanish jarayoni ifodalanadi, gлина mayda bulakchalari ruda qatlami va rudaga chuqurroq to yinadi, rastvorda faolroq xarakatda bo'ladi, yani rastovrni yuqoriga ko tarib olish tezroq amalga oshadi.*

*Tayanch iboralar: filtrasiya, darzliklar maydoni, rudali plast, utkazuvchanlik, gidravlik qarshilik, ishqorlash.*

*The research of chemical mudding impact of leached ore rocks on change of underground leaching blocks capacity in the process of operation was conducted using leaching of the marine facies argillaceous sandstones in the filtration mode perpendicular to stratum. The change of magnesium cations content along with the increase of calcium cations in the solution can be explained by its absorption by argilla and displacement from the hydrated parietal structured calcium microlayer by magnesium. Mg bond in the engaged complex of clay minerals is stronger than Ca bond. Moreover Ca is easily lifted out into the solution in acid leaching. The hydrogen ion displaces it from the hydrated parietal structured microlayer of clay minerals and organic substances. Hydrogen and Calcium are strong antagonists.*

*Keywords: filtration, jointed environment, ore-bearing layer, permeability, hydraulic resistance, leaching.*

Научная оценка гидродинамических параметров технологии подземного выщелачивания (ПВ) руд в естественном залегании основывается на аналитических исследованиях закономерностей фильтрации растворов в эксплуатационных блоках выщелачива-

ния в процессе взаимодействия рудоносных пород с рабочими растворами. Это вызвано тем, что применяемые для геотехнологических расчетов зависимости на стадии проектирования систем выщелачивания металлов по фильтрационной технологической схеме,

как правило, не учитывают многообразия горнотехнических, гидрогеологических и геотехнологических факторов, существенно влияющих на точность определения основных геотехнологических показателей.

Опыт эксплуатации блоков ПВ на ряде месторождений свидетельствует, что на эффективность технологии наряду с множеством факторов оказывают также существенное влияние:

1. Характер движения растворов в зависимости от текстурных и структурных особенностей рудоносного массива. Исследованиями установлено, что в пределах отдельных эксплуатационных участков и даже одного блока с изменением напора нагнетания ( $H$ ) скорость фильтрации растворов ( $V$ ) подчиняется зависимости:

$$V = K_{\phi} \cdot I^n, \text{ m/d}, \quad (1)$$

где  $I$  – величина напорного гидравлического градиента;

$n$  – эмпирический показатель, изменяющийся в пределах 0,5, 1,0, и зависящий от характера движения растворов.

2. Степень влияния механической и химической коагуляции рудоносных пород на снижение приемистости нагнетательной системы блоков ПВ во времени, зависящей, как показывают результаты практики, от величины напора, создаваемого и поддерживаемого в нагнетательном устройстве, конструктивных особенностей систем подачи растворов, физико-химических и фильтрационных свойств пород и их минералого-химического состава, концентрации реагента подаваемых растворов и содержания в них твердых взвесей, а также от других показателей.

3. Степень несовершенства нагнетательных и дренажных систем, связанных с особенностями их горной подготовки и существенно влияющей на точность определения производительности нагнетательных устройств, особенно для фильтрационной технологической схемы.

С учетом выявленных особенностей фильтрации растворов в глинистых отложениях, для обоснования эффективных гидродинамических параметров ПВ рудоносных пород из фильтрационно-анизотропной толщи и получения расчетных зависимостей исследования проводились по направлениям [1-4]:

1. Изучение влияния несовершенства нагнетательных и дренажных устройств по характеру вскрытия продуктивной толщи на их производительность.

2. Количественная оценка влияния фактора коагуляции пород на эффективность работы блоков ПВ.

3. Обоснование расчетных зависимостей для определения гидродинамических параметров процесса ПВ с учетом выявленных особенностей фильтрации растворов в сложноструктурных рудоносных породах.

По результатам исследований влияния несовершенства нагнетательных и дренажных устройств на производительность блоков ПВ и фильтрационной

анизотропии выявлена зависимость:

$$Q_{\text{нагн.}} = K_{\phi} \cdot \left( \frac{H - \frac{m}{2}}{L} \right) \cdot F_{\delta} \cdot \sqrt{\frac{F_p}{F_{\delta}}}, \text{ m}^3/\text{d}, \quad (2)$$

где  $H$  – напор в нагнетательном устройстве, м;

$m$  – мощность фильтрующего пласта, м;

$L$  – длина пути фильтрации, м;

$F_{\delta}$  – расчетная боковая поверхность приемного (нагнетательного) устройства,  $\text{m}^2$ ;

$F_p$  – рабочая суммарная площадь нагнетательного устройства,  $\text{m}^2$ .

Формула действительна для условий слоистой неоднородной по текстурным и фильтрационным свойствам толщ.

Если толща выщелачиваемых рудоносных пород однородна по своим фильтрационным свойствам как вдоль, так и в направлении нормальном напластованию, раствороприемистость нагнетательных устройств, с учетом характера движения растворов, следует определять по зависимости:

$$Q_{\text{нагн.}} = K_{\phi} \cdot \left( \frac{H - m}{L} \right)^n \cdot F_{\delta}. \quad (3)$$

Величины  $K^{\phi}$  слабопроницаемых пород, рассчитанные из формулы (1)  $Q = K_{\phi} \cdot I^n \cdot F_p$  с учетом характера фильтрации растворов в пласте, наиболее близки по величине значениям таковых, определенным с учетом несовершенства нагнетательного устройства по характеру вскрытия рудного пласта. Первые значения  $K^{\phi}$  превысили величины вторых в среднем на 20%, что позволяет для определения фильтрационных свойств плохопроницаемых пород, а также при расчете производительности блоков ПВ для обоснования технологических показателей при сернокислотном выщелачивании глинистых континентальных отложений пользоваться формулой (3).

При анализе влияния фактора коагуляции пород на приемистость нагнетательных устройств в основу были положены результаты эксплуатации пятидесяти блоков ПВ, работающих по фильтрационной технологической схеме. Анализируемые блоки различались размерами, конструктивными особенностями нагнетательных и дренажных устройств. В блоках применялись различные режимы фильтрации растворов (безнапорный, напорно-безнапорный, напорный), выщелачивались рудоносные пласты, резко отличающиеся физико-химическими и фильтрационными свойствами. Во все блоки нагнетались одинаковые по химическому составу сернокислотные выщелачивающие рабочие растворы, содержащие пелитовые твердые частицы в количестве от 10 до 70 мг/л.

По фактическим данным производительности блоков ПВ на различные промежутки времени их эксплуатации при разных напорах нагнетания выщелачивающих растворов, построены кривые изменения  $Q = f(t)$  по каждому из блоков для двух-трех наиболее характерных и часто действующих в ходе эксплуатации напоров нагнетания (рис. 1).

Кривые фактического снижения производительности каждого эксплуатационного блока ПВ по растворам ( $Q$ ) во времени ( $t$ ) для действующих напоров ( $H$ ) свидетельствуют, что зависимость  $Q = f(t, H)$  достаточно хорошо согласуется с эмпирической формулой:

$$Q_t = \frac{Q_H}{1 + K_\phi \sqrt{\frac{t}{H}}}, \text{ m/d}, \quad (4)$$

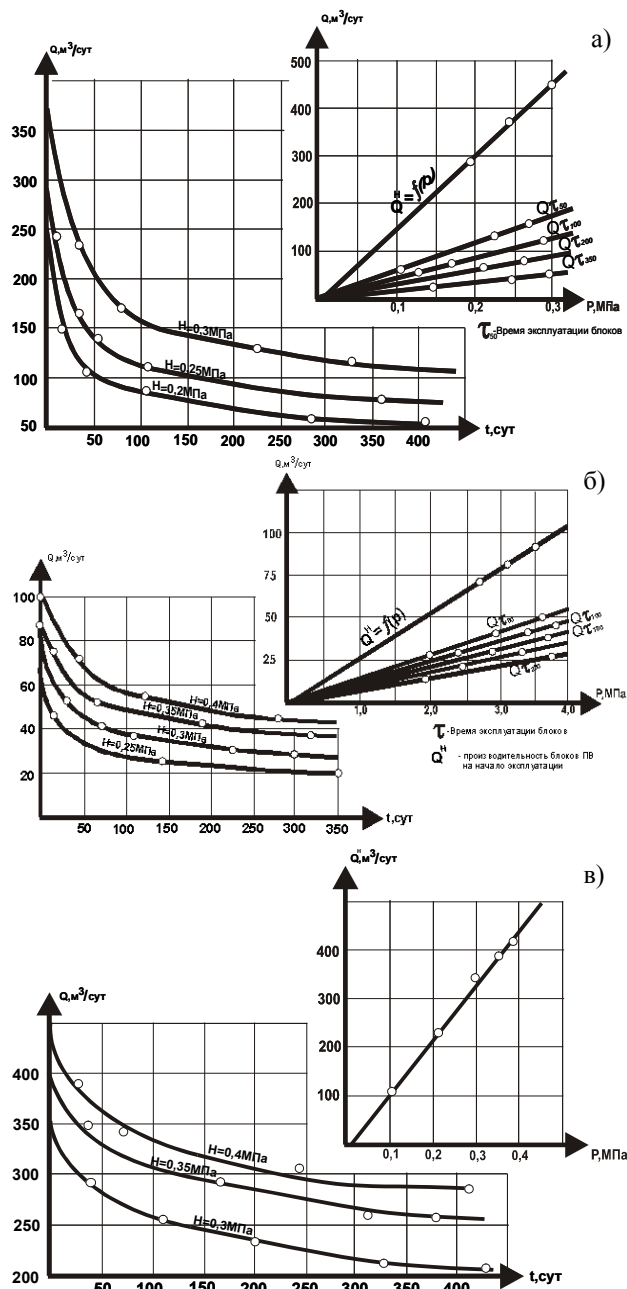


Рис. 1. Снижение производительности блоков ПВ во времени  $Q=f(t)$  при различных давлениях нагнетания рабочих растворов и зависимость  $Q_{нач.}=f(P)$ : фильтрация по напластованию пород (а), перпендикулярно (б), а также вдоль и перпендикулярно напластованию пород (в)

где  $Q_H$ - начальная производительность блока ПВ для соответствующего напора нагнетания при установившемся режиме фильтрации выщелачивающих растворов,  $\text{m}^3/\text{д}$ ;

$K_\phi$ - эмпирический показатель, характеризующий интенсивность снижения производительности каждого блока во времени при соответствующем напоре нагнетания и изменяющийся от 0,007 до 3.2.

Расчеты показывают, что для каждого блока ПВ, независимо от величины  $H$ , значения эмпирических показателей ( $K_\phi$ ) одинаковы. Таким образом, интенсивность снижения производительности эксплуатационного блока во времени это характерный для каждого блока и присущий ему показатель, характеризующий сложный технологический процесс физико-химического взаимодействия выщелачивающих растворов с рудоносной породой, проявляющийся в изменении фильтрационных свойств породного массива.

Снижение производительности блоков происходит непрерывно и в течение всего периода их эксплуатации. Квазиустановившийся режим фильтрации растворов в блоке имеет место, но он характерен только для конкретного короткого промежутка времени. Существенное уменьшение производительности блоков происходит в первый месяц процесса ПВ, причем наиболее интенсивно в первую декаду их эксплуатации. Периоды полного насыщения больших по объему рудоносных пород блоков продолжают 10-20 д, а иногда и более, что зависит от геометрических параметров блоков, конструкции нагнетательных устройств и фильтрационных свойств. За длительные промежутки времени насыщения блоков физические и фильтрационные свойства пород изменяются значительно. В этой связи выявить практически путем истинную производительность блоков на начало их эксплуатации не представлялось возможным.

Коэффициент фильтрации рудоносных пород блоков ПВ, как величина переменная, из чисто гидрогеологического параметра превращается в очень важный для технологических расчетов геотехнологический параметр. Поскольку фильтрационные свойства пород в ходе их эксплуатации изменяются непрерывно, то для расчета геотехнологических параметров необходимо знать по какой закономерности происходит это изменение. Такие закономерности были установлены для всех блоков ПВ на основе построения графиков зависимости  $Q = f(t)$ . Это позволило выявить начальные производительности блоков ( $Q_H$ ) при разных напорах нагнетания выщелачивающих растворов. По величинам начальной производительности, путем расчетов, получены усредненные по каждому блоку, в целом, начальные значения  $K_\phi$  рудоносных пород ( $K_\phi^H$ ) с учетом несовершенства нагнетательных и дренажных устройств. Анализ зависимости  $Q = f(H)$  позволяет выявить аналитические закономерности фильтрации растворов в каждом из блоков ПВ,

без знания которых провести точный расчет геотехнологических параметров процесса выщелачивания и обосновать эффективный режим их эксплуатации не представляется возможным.

Все блоки по характеру изменения были разделены на две группы. В первую группу выделены 39 блоков ПВ (78% всех анализируемых блоков выщелачивания фильтрационным потоком реагента), в которых за короткий отрезок времени, исключая существенное влияние кольтатации, характер изменения их производительности по растворам от величины создаваемого напора подчиняется зависимости:

$$Q_M = f(H^{n=1,0}) \text{ м}^3/\text{д}. \quad (5)$$

Во вторую группу, характеризующуюся зависимостью:

$$Q_M = f(H^{n=0,5}) \text{ м}^3/\text{д}, \quad (6)$$

вошли 11 блоков (22% от общего количества). В каждую из групп выделены блоки, отличающиеся не только фильтрационными свойствами пород, но и конструкциями нагнетательных и дренажных устройств, тем самым учитывалось контролирующее воздействие степени и характера трещиноватости выщелачиваемого рудоносного породного массива на формирование фильтрационного режима в эксплуатационных блоках. Ни в одном из анализируемых блоков при увеличении напора нагнетания до 0,6 МПа (напорные гидравлические градиенты фильтрации 30-40) не отмечено значительное раскрытие трещин, а следовательно увеличение значения  $K_\phi$  рудоносных пород и роста производительности блоков в параболической зависимости. Однако суффозионный вынос из трещин слабосцементированного тонкого песчано-глинистого материала, приводящий к «коротким токам» и резкому увеличению производительности отдельных скважин и вееров (рядов) имел место. В таких случаях локальные «короткие токи» ликвидировались путем тампонажа (заполнения) скважин крупнозернистым песком, предварительно отмытым от глинистых фракций.

В процессе выщелачивания наблюдается вынос растворами из рудоносных пород многочисленных химических микро и макрокомпонентов, следовательно, эффективная и общая пористость выщелачиваемых руд должна иметь тенденцию к увеличению. Однако, одновременно действующие процессы ионообменной химической, газовой и физико-химической кольтатации массива пород преобладают над фактором увеличения пористости, поэтому повсеместно отличалось непрерывное снижение производительности блоков ПВ  $Q(H)$  в ходе их эксплуатации.

Особо необходимо отметить, что привнос с рабочими растворами тонких твердых взвесей приводит совместно с гидратным пристеночном структурированном микрослое (ГПСМ) к формированию в прискважинной зоне нагнетательных вееров дополнительного гидравлического сопротивления, увеличивающегося во времени.

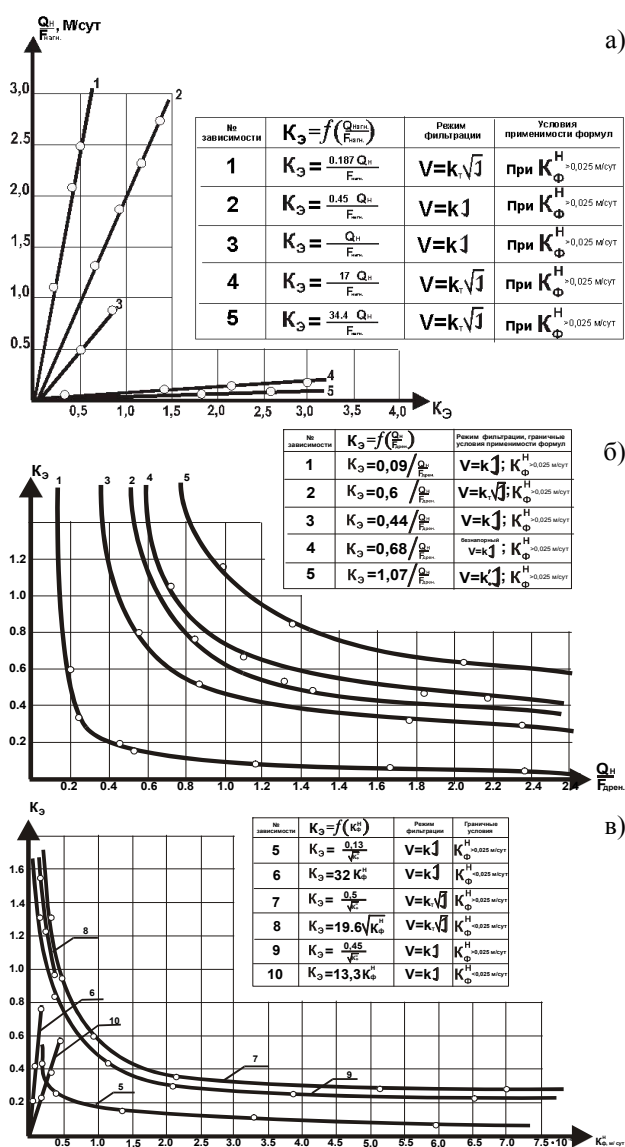


Рис. 2. Графики зависимости  $K_3$  от  $Q_M/F_{\text{фильт}}$  (а),  $Q_M/F_{\text{фильт}}$  (б) и  $K_\phi$  (в) для блоков ПВ с различными конструкциями нагнетательных и дренажных устройств и характером фильтрации

Для выявления закономерностей изменения эмпирического показателя  $K_3$  в формуле (4), характеризующего интенсивность снижения производительности в каждом из блоков ПВ во времени ( $t$ ), от скорости фильтрации растворов в прискважинных зонах нагнетания и дренажа, а также от начального значения  $K_\phi$  рудоносных пород, построены графики зависимостей для соответственно равных величин напора нагнетания. С целью исключения влияния фактора изменения напора на изменения  $K_3$ , принятая для всех блоков ПВ величина нагнетания растворов равнялась 0,3 МПа.

Проведенный анализ зависимости показателя  $K_3$  от скорости фильтрации растворов в прискважинных зонах нагнетания позволил разделить все блоки на пять групп (рис. 2).

Для каждой группы блоков ПВ установлено, что показатель  $K_3$  достаточно хорошо коррелируется с начальной скоростью фильтрации растворов в прискважинной зоне нагнетания:

$$V_H = \frac{Q_H}{F_{нагн.}} \quad (7)$$

и выражается зависимостью:

$$K_3 = K_{V_H} \cdot \frac{Q_H}{F_{нагн.}}, \quad (8)$$

где  $K_{V_H}$  - обобщенный эмпирический коэффициент.

Установлено, что для рудоносных пород с начальным значением  $K_{\phi} (K_{\phi}^H)$  более 0,025 м/д,  $K_{V_H} = 0,45$  для всей группы блоков ПВ, независимо от конструкций нагнетательных и дренажных устройств, напорной или безнапорной фильтрации вдоль и нормально напластованию рудоносных пород, в которых  $Q_{\Delta r} = f(H^{n=1,0})$ .

$K_{V_H} = 0,187$  для всей группы блоков с  $K_{\phi}^H > 0,025$  м/д независимо от конструкций нагнетательных и дренажных устройств, напорной или безнапорной фильтрации растворов по напластованию или перпендикулярно напластованию пород, в которых  $Q_{\Delta r} = f(H^{n=0,5})$ .

Для рудоносных пород с начальным значением  $K_{\phi}$  меньше 0,025 м/д, но более 0,0055 м/д:  $K_{V_H} = 1,0$  для группы блоков со скважинными, вертикальными или горизонтальными, несовершенными по характеру вскрытия выщелачиваемого рудоносного пласта нагнетательными и дренажными устройствами, в которых  $Q_{\Delta r} = f(H^{n=1,0})$ ;  $K_{V_H} = 17,0$  для группы блоков со скважинными, вертикальными или горизонтальными, несовершенными по характеру вскрытия пласта рудоносных пород континентальных глинистых отложений нагнетательными и дренажными устройствами, в которых  $Q_{\Delta r} = f(H^{n=0,5})$ .

Для глинистых рудоносных пород с  $K_{\phi}^H < 0,005$  м/д -  $K_{V_H} = 34,4$  для группы блоков ПВ со скважинными, вертикальными, несовершенными по характеру вскрытия выщелачиваемого пласта нагнетательными и дренажными устройствами, в которых  $Q_{\Delta r} = f(H^{n=0,5})$ .

Таким образом, для всех пятидесяти блоков ПВ выщелачивающихся фильтрационным потоком реагента, независимо от конструктивных особенностей систем нагнетания и дренажа, функция  $K_3$  от скорости фильтрации растворов в зоне нагнетания является прямопропорциональной. Изменяется лишь величина коэффициента  $K_3$  в формуле (8) в зависимости от литологических характеристик руд, их начального коэффициента фильтрации, формирующегося ламинарного или турбулентного характера движения растворов в блоках.

Так, при ламинарном характере фильтрации растворов в блоках ПВ с  $K_{\phi}^H < 0,025$  м/д  $K_{V_H} = 1,0$ , а вели-

чина  $K_3$  численно равна скорости движения растворов в зоне нагнетания. Для пород с  $K_{\phi}^H > 0,025$  м/д возникающая турбулентность при движении потока в массиве снижает величину  $K_3$ . При этом необходимо отметить, что процесс снижения производительности эксплуатационных блоков ПВ во времени  $K_{\phi}^H > 0,025$  м/д происходит главным образом за счет физической (твердые взвеси, ГПСМ) коагуляции рудоносных пород, и, как следствие, уменьшения эффективной пористости рудоносных пород массива, то при  $K_{\phi}^H < 0,025$  м/д снижение производительности блоков ПВ обусловлено, в основном, фактором увеличения гидравлических сопротивлений в прискважинных зонах нагнетания и дренажа за счет изменения скоростей движения растворов. Именно поэтому значение  $K_3$  при ламинарном движении растворов в слабопроницаемых (более глинистых) рудоносных породах зависит только от величины скорости фильтрации растворов в зоне нагнетания.

Поскольку  $Q_t = \frac{Q_H}{1 + K_3 \sqrt{\frac{t}{H}}}$  и  $K_3 = \frac{Q_H}{F_{нагн.}} = V_{нагн.}$ ,

тогда  $Q_t = \frac{Q_H}{1 + \sqrt{V_{нагн.}^2 \cdot \frac{t}{H}}}$ . Значение  $\sqrt{\frac{V_{нагн.}^2 \cdot t}{H}}$  при на-

чальных коэффициентах фильтрации менее 0,002 м/д и  $t = 1100$  суток не превышает величину 0,2. Таким образом,  $Q_t$  за три года эксплуатации блока ПВ не снизится по отношению к начальной производительности по расходам более чем на 20%.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что чем меньше величина начального значения  $K_{\phi}$  в блоках ПВ, тем выше значение показателя  $K_{V_H}$  в формуле (8).

Из графиков (рис. 2) следует, что величина при линейном ламинарном режиме фильтрации растворов в блоках выщелачивания не превышает 1,0, причем это характерно как для континентальных, так и морских глинистых песчаников.

При турбулентном режиме фильтрации растворов в блоках выщелачиваемых глинистых песчаников морских фаций  $K_{V_H} = 17,0$ , а для континентальных отложений  $K_{V_H} = 34,4$ . Следовательно, зависимость  $K_3$

$= f\left(\frac{Q_H}{F_{нагн.}}\right)$  при ламинарном режиме фильтрации растворов в процессе выщелачивания рудоносных пород морских и континентальных отложений идентична. При турбулентном режиме фильтрации растворов выщелачивания в этих литологических раз-

ностях зависимости  $K_3 = f\left(\frac{Q_H}{F_{нагн.}}\right)$  различны.

Из зависимости  $K_3 = \frac{0,45 Q_H}{F_{нагн.}}$  (рис. 2, а) для лами-

нарного напорного потока  $Q_H = \frac{K_3 \cdot F_{нагн.}}{0,45}$  для

$$V = K_{\phi} I, -Q_H = K_{\phi}^H \cdot I \cdot F_{дрен.}$$

Сравнивая правые части этих уравнений и преобразовав их, получаем:

$$K_{\Sigma} = \frac{0,45 \cdot K_{\phi}^H \cdot I \cdot F_{\text{дрен.}}}{F_{\text{нагн.}}}$$

Формула действительна при  $H \approx 0,3 \text{ МПа}$ .

В общем виде:

$$K_{\Sigma} = \frac{a \cdot K_{\phi}^H \cdot I \cdot F_{\text{дрен.}}}{F_{\text{нагн.}}} \quad (9)$$

Коэффициент  $a$ , зависящий от величины напора нагнетания  $H$  растворов в блоках, характеризует изменение мощности ГПСМ в порово-трещинном пространстве рудоносного породного массива, контролирующей начальный градиент фильтрации. Величину этого коэффициента можно определить по эмпирической зависимости:

$$a = \frac{2,25}{P\sqrt{P}}$$

$$\text{(при } P \leq 0,3 \text{ МПа) и } a = \frac{1,4}{P} \text{ (при } P > 0,3 \text{ МПа)}$$

Таким образом, при оценке геотехнологических показателей, учитывая конструкцию блоков ПВ, средние величины начальных  $K_{\phi}$  выщелачиваемых руд и в зависимости от создаваемого режима фильтрации растворов в массиве, можно рассчитать величины  $K_{\Sigma}$  и спрогнозировать изменение производительности нагнетательных устройств блоков на любое время их эксплуатации.

Выявление изменения производительности дренажных устройств эксплуатационных блоков ПВ проводилось, исходя из анализа зависимости (рис. 2):

$$K_{\Sigma} = f\left(\frac{Q_H}{F_{\text{дрен.}}}\right)$$

При этом все анализируемые блоки, выщелачиваемые в фильтрационном режиме, были разделены на восемь групп с учетом фильтрационной анизотропии рудного массива. Для каждой группы блоков ПВ установлено, что показатель  $K_{\Sigma}$  в формуле (8) коррелируется с соотношением

$$K_{\Sigma} = K_{V_{\text{дрен.}}} \cdot \frac{Q_H}{F_{\text{дрен.}}} \quad (10)$$

где  $K_{V_{\text{дрен.}}}$  - обобщенный эмпирический коэффициент, значений которого для рудоносных пород с  $K_{\phi}^H$  более 0,025 м/д составляют:

$K_{V_{\text{дрен.}}} = 0,09$  для группы блоков, в которых фильтрация растворов осуществлялась вдоль напластования рудоносных пород,  $Q_t = f(H^{n=1,0})$ ;

$K_{V_{\text{дрен.}}} = 0,6$  для группы блоков, в которых фильтрация растворов была как вдоль напластования рудоносных пород, так и нормально,  $Q_t = f(H^{n=0,5})$ ;

$K_{V_{\text{дрен.}}} = 0,44$  для группы блоков с фильтрацией растворов в зоне нагнетания в направлении, перпендикулярном напластованию рудоносных пород,  $Q_t = f(H^{n=1,0})$ ;

$K_{V_{\text{дрен.}}} = 0,68$  для группы блоков с безнапорной фильтрацией растворов по напластованию рудоносных пород,  $Q_t = f(H^{n=1,0})$ .

Для рудоносных пород с  $K_{\phi}^H$  менее 0,025 м/д значения  $K_{V_{\text{дрен.}}}$  составляют:

$K_{V_{\text{дрен.}}} = 1,0$  для группы блоков со скважинными, вертикальными, несовершенными по характеру вскрытия рудоносного пласта дренажными устройствами, с фильтрацией растворов вдоль напластования рудоносных пород,  $Q_t = f(H^{n=1,0})$ ;

$K_{V_{\text{дрен.}}} = 17,0$  для группы блоков со скважинными, вертикальными, несовершенными по характеру вскрытия рудоносного пласта дренажными устройствами, с фильтрацией растворов вдоль напластования рудоносных пород,  $Q_t = f(H^{n=0,5})$ ;

$K_{V_{\text{дрен.}}} = 1,07$  для группы блоков со скважинными, горизонтальными, несовершенными по характеру вскрытия рудоносного пласта дренажными устройствами, с фильтрацией растворов нормально напластованию рудоносных пород,  $Q_t = f(H^{n=0,5})$ .

Для глинистых рудоносных пород с  $K_{\phi}^H$  менее 0,0055 м/д:

$K_{V_{\text{дрен.}}} = 34,4$  для группы блоков со скважинными, вертикальными, несовершенными по характеру вскрытия рудоносного пласта дренажными устройствами, с фильтрацией растворов по напластованию рудоносных пород,  $Q_t = f(H^{n=0,5})$ .

Выводы:

1. За счет высоких скоростей фильтрации растворов в порах и трещинах слабопроницаемых пород также развивается процесс отрыва глинистых частиц от стенок порово-трещинной среды и их перемещение по каналам массива (процесс суффозии). Такое перемещение твердых частиц вместе с ГПСМ обеспечивает снижение порозности рудоносного пласта и соответственно проницаемости рудоносных пород не только в зонах нагнетательных устройств, но и всего массива в целом.

2. Процесс увеличения гидравлических сопротивлений рудоносных пород в блоках ПВ носит необратимый характер и не может быть полностью исключен только за счет реверсирования потоков, т.е. взаимозаменяемости нагнетательных и дренажных систем. Промывка нагнетательных скважин с целью избавления от механической коагуляции рудоносных пород и реверсирования направления движения растворов в рудоносном породном массиве в процессе выщелачивания являются полумерой, лишь частично замедляют формирование гидравлических сопротивлений.

#### Список литературы:

1. Арнс В.Ж. Физико-химические геотехнологии. М., МГУ, 2001, 656 с.
2. Толстов Е.А., Толстов Д.Е. Физико-химические геотехнологии освоения месторождений урана и золота в Кызылкумском регионе. М., «Геоинформцентр», М., 2002, 375 с.
3. Орадковская А.Е. Фильтрационное выщелачивание горных пород. М., Гостройиздат, 1957, 184 с.
4. Малухин Н.Г., Мосинца В.Н. Строительство и эксплуатация рудников подземного выщелачивания. М., Недра, 1987. 304 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПОДЗЕМНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ РУД

**Аликулов Ш.Ш.**, ст. преподаватель кафедры «Техника и технология добычи, переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГИ; **Каримов И.А.**, зав. кафедры «Техника и технология добычи, переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГИ; **Бекпулатов Ж.М.**, ассистент кафедры «Горное дело» ТашГТУ

*Er osti ishqorlash bloklari samaradorligini oshirish uzgarishiga rudali tog` jinslar massivida kolmatatsiya rolini aniqlash bo`yicha izlanish natijalari keltirilgan.*

*Tayanch iboralar: kolmatatsiya, maxsulotli eritma, geotexnologik skvajina, gazli faza, blokning unumdorligi.*

*Research results on the impact of ore-bearing rocks mudding on the change of underground leaching blocks capacity are presented in this article.*

*Keywords: mudding, productive solutions, geotechnological wells, gas phase, performance units.*

При эксплуатации откачных и нагнетательных скважин в процессе обработки месторождения способом ПВ, как правило, происходит снижение их дебитов. Основной причиной такого негативного технологического фактора является процесс кольматации порового объема пород при фильтровой зоне скважин, а также «зарастание» перфорации самих фильтров.

В работе приведены результаты исследований по выявлению роли кольматации массива рудоносных пород на изменение производительности блоков подземного выщелачивания (ПВ).

В течении 180 д от начала эксплуатации в 30 блоках ПВ в равных временных отрезках проводился замер производительности по растворам. Визуальными наблюдениями установлено, что газовая фаза из дренажных скважин выделяется периодически. В отдельные временные отрезки из нескольких скважин дренажных вееров происходило выделение диспергированных газовых пузырьков в виде пенных продуктивных растворов. После окончания дренажа газовой составляющей из скважин их производительность по растворам резко возросла.

Таким образом, накопление и распределение газовой фазы в пористой среде происходит непрерывно до момента, когда насыщенность газовой составляющей не достигнет определенного для конкретных геотехнологических условий значения [1].

В многофазовой среде - «твердое тело с гидратным пристеночном структурированным микрослоем (ГПСМ) - жидкость - газы», происходят сложные физико-химические процессы. Непрерывно образуются и выделяющиеся газы накапливаются в массиве в результате химических реакций реагента с минеральной составляющей рудоносной породы, мигрируя в ГПСМ, заполняют часть порово-трещинного пространства. Занятое газом пространство сокращает объем порово-трещинной среды для

выщелачивающего раствора, что приводит к значительному снижению эффективной пористости. Производительность блоков ПВ по растворам при этом существенно сокращается.

Снижение производительности блока происходит непрерывно до момента, когда в рудоносном породном массиве достигается минимальный уровень насыщенности диспергированными пузырьками газа в результате поршневого вытеснения его в дренажные устройства, при этом производительность блока быстро возрастает до исходной.

Таким образом, газовая кольматация рудоносного породного массива в блоках ПВ оказывает существенное влияние на фильтрацию выщелачивающих растворов, но имеет обратимый характер.

Наравне с механической и газовой кольматацией заметную роль в изменении гидродинамического режима выщелачивания рудоносных пород оказывает химическая кольматация.

Взаимодействие циркулирующих рабочих выщелачивающих растворов с минералами глинистых рудоносных пород осуществляется через ГПСМ в результате диффузионных процессов и подчиняется закону Фика. Контакт растворов с ГПСМ происходит в результате наличия в таких рудоносных породах проницаемых для заданных гидродинамических показателей участков (зон) в виде песчано-алевролитовых гнезд, линз, прослоев, карманов и тектонических трещин.

Исследование влияния химической кольматации выщелачиваемых рудоносных пород на изменение производительности блоков ПВ по растворам в процессе их эксплуатации проведено на примере выщелачивания глинистых песчаников морских фаций в фильтрационном режиме в направлении, перпендикулярном напластованию. С этой целью в

эксплуатационном блоке ПВ под и над нагнетательными устройствами щели по пяти профилям, нормальным нагнетательной щели, на различных расстояниях от нее были пробурены и соответственно оборудованы контрольные скважины. От начала эксплуатации блоков ПВ в продолжение трех недель проводились наблюдения за временем появления продуктивных растворов в контрольных скважинах, изменением дебита дренажа во времени. Периодически отбирались пробы продуктивных растворов на сокращенный химический анализ и содержание урана.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что химическая структура и физические свойства продуктивных растворов на начальном этапе выщелачивания глинистых песчаников морских фаций различны.

Так, продуктивный раствор, формирующийся в трещиноватых рудах с фильтрационной анизотропией, где  $K_f$  изменяется от 0,026 до 0,1 м/д, характеризуется следующими особенностями. В случае, когда дренируемые растворы с начала появления в контрольных скважинах оставались кислыми ( $pH < 2,0$ ) с окислительно-восстановительным потенциалом (Eh) не менее 450-500 мВ, как правило, характеризуются повышенным содержанием легкоподвижных ионов  $Na^+$  и  $Cl^-$  (на 15-35% выше концентраций их в рабочем растворе).

Содержание катионов  $Al^{3+}, Mg^{2+}, Fe^{3+}$  также было на 15-38% выше и удерживалось на таком уровне от одних до трех суток, в зависимости от фильтрационных свойств рудоносных пород. Несколько повышенное (на 9-13%) содержание в продуктивных растворах иона  $SO_4^{2-}$  наблюдалось в первые трое суток. В то же время содержание свободной серной кислоты было в два раза меньше, чем в рабочем растворе. Повышенное содержание  $Ca^{2+}$  (на 30-35%) в продуктивных растворах сохранялось в продолжение всего периода наблюдений [2].

Из отдельных трещин в стенке выработки в первые сутки продуктивные растворы дренировали с  $pH \geq 2,0$ . В таких растворах катионы  $Al^{3+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}$ , практически отсутствовали, содержание  $Ca^{2+}$  было в 4 раза ниже. Даже такие активные мигранты в любой окислительно-восстановительной среде как ионы  $Na^+$  и  $Cl^-$  также практически отсутствовали, а содержание аниона  $SO_4^{2-}$  фиксировалось в 2,2 раза ниже, чем в исходном растворе (3000 мг/л против 6700 мг/л) (табл. 1).

Продуктивные растворы, формировавшиеся при выщелачивании трещиноватых руд глинистых песчаников морских фаций, в первые сутки характеризовались восстановительной обстановкой.

Таблица 1

Изменение химического состава растворов в начальной стадии процесса ПВ

Характеристика пород	Химический состав	Растворы подачи, мг/л	Растворы дренажа, мг/л				
			Временной порядок опробования				
			I	II	III	IV	V
Глинистые морские песчаники, $K_f \approx 0,067$ м/д $\approx 0,026 - 0,1$ м/д	$Al^{3+}$	175	-	-	135	145	155
	$Na^+$	128	17	15	116	100	104
	$Ca^{2+}$	430	625	670	645	670	620
	$Mg^{2+}$	140	157	165	123	131	140
	$Fe^{3+}$	1220	-	-	1100	1155	1190
	$Fe^{2+}$	7,9	-	-	5,4	5,1	7,3
	$H_2SO_4$ свободная	912	-	-	480	912	912
	$Cl^-$	460	55	56	410	550	470
	$SO_4^{2-}$	6740	875	860	6130	5990	6150
	pH	1,9	7,0	11,0	2,5	2,9	1,9
	Eh, mv	585	200	250	592	605	647
	$Al^{3+}$	175	205	190	135	150	160
	$Na^+$	128	172	154	116	100	110
	$Ca^{2+}$	430	500	585	480	470	520
	$Mg^{2+}$	140	162	165	123	131	150
	$Fe^{3+}$	1220	1400	1395	1200	1160	1220
	$H_2SO_4$ свободная	912	437	480	912	900	912
	$Cl^-$	460	550	550	415	550	495
	$SO_4^{2-}$	6740	7215	7625	6150	5825	6410
	pH	1,9	2,1	2,0	1,9	2,0	1,9
Eh, mv	585	500	600	630	602	645	

Такие растворы имели величину pH от 7 до 11, а затем она резко падала до 2,5. Наблюдался ярко выраженный щелочной фронт.

В этот временной период выщелачивания такие катионы как  $Al^{3+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}$  отсутствовали и только после создания окислительной обстановки они появлялись в продуктивных растворах.

Концентрации ионов  $Na^+$  и  $Cl^-$  в этих условиях также изменялись от единиц мг/л (в первый день

опробования) до сотен mg/l. Реагент в дренажных растворах в первые сутки отсутствовал, а к концу второй недели выщелачивания содержание избыточной  $H_2SO_4$  восстанавливалось только на 50%. Концентрация анионов  $SO_4^{2-}$  в это же время увеличилась в 7 раз по сравнению с уровнем в начальный период выщелачивания. Содержание кальция в продуктивных растворах оставалось повышенным в 1,5 раза по сравнению с рабочими растворами.

Формирование щелочного фронта фильтрующих растворов в первые сутки выщелачивания глинистых пород морских фаций способствовало выпадению из растворов алюминия и железа в первую очередь и большей части в области ГПСМ, что привело к кольматации поровой среды пород и снижению производительности блоков ПВ по растворам. Образующиеся при взаимодействии реагента с минеральной фазой газы ( $CO_2$  и  $H_2S$ ) также способствовали снижению проницаемости. Образование щелочного фронта при движении выщелачивающихся растворов в глинистых породах всегда связано с наличием в них до 2,0% органических веществ и до 0,3% карбонатных соединений [3].

Выводы:

1. Снижение концентраций катионов  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$  в продуктивных растворах при смене окислительной

обстановки связано с образованием сульфатов и положительно заряженных коллоидов гидроокислов алюминия и железа. Такие коллоиды способны сорбировать ионы  $Cl^-$ , что вызвало снижение их содержания в продуктивных растворах.

Катионы  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$  могут мигрировать только в очень кислых растворах ( $Fe^{3+}$  при  $pH < 2,5$ , а  $Al^{3+}$  при  $pH < 4,0$ ). Образование сульфатов железа и алюминия на щелочном фронте обусловило снижение концентраций  $SO_4^{2-}$  в продуктивных растворах. Уменьшение концентраций  $Na^+$  можно объяснить адсорбцией его отрицательно заряженными глинистыми коллоидами.

2. Изменение содержания катионов магния одновременно с увеличением в растворах катионов кальция объясняется абсорбцией его глинами и вытеснением магнием из ГПСМ (поглощенного комплекса) кальция.

Связь магния в поглощенном комплексе глинистых минералов, как известно, прочнее, чем у кальция. Кроме того, при кислотном выщелачивании кальций легко выносится в раствор, водородный ион вытесняет его из ГПСМ глинистых минералов и органического вещества.

Водород и кальций являются сильными антагонистами.

#### Список литературы:

1. Арнс В.Ж. Физико-химические геотехнологии. М., МГГУ, 2001, 656 с.
2. Орадовская А.Е. Фильтрационная выщелачивания горных пород. М., Гостройиздат, 1957, 184с
3. Толстов Е.А., Толстов Д.Е. Физико-химические геотехнологии освоения месторождений урана и золота в Кызыл-кумском регионе. М., «Геоинформцентр», М., 2002, 375с.

УДК 553.21

© Акбаров Х.А., Мирходжаев Б.И., Мирзаева Г.А., Асабаев Д.Х. 2013 г.

## ПРОГНОЗ - ПОИСК - ОЦЕНКА ИЛИ СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД - ЗАЛОГ НАРАЩИВАНИЯ ЗАПАСОВ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

**Аkbаров Х.А.**, профессор кафедры «Геология полезных ископаемых и разведочные работы» ТашГТУ, академик АН РУз., докт. геол.-минерал. наук; **Мирходжаев Б.И.**, начальник тематической партии НПЦ НГМК, канд. геол.-минерал. наук; **Мирзаева Г.А.**, геолог карьера Саук-Булак известкового завода ОАО «АГМК»; **Асабаев Д.Х.**, ст. преподаватель кафедры «Геология полезных ископаемых и разведочные работы» ТашГТУ

*Yangi konlarni oshib borayotgan qiyinchiliklarni oldindan aytishning va ilmiy asoslangan kriteriyalar asosida ishlab chiqilgan "oldindan aytish-izlash-baholash" va ko'p faktorli modellar asosidagi geologik-sanoat turlaridagi konlarga kompleks yondashuvini talab qiladi.*

*Tayanch iboralar: kon, mineral hom-ashyo, geologiya qidiruv ishlari zahirasi, kon-ruda korxonasi, «oldindan aytish-izlash-baholash» ko'rsatkichlariga ilmiy asoslangan kriteriyalar.*

*Rising complexity of predicting of new deposits requires an integrated approach and development of reliable scientific and reasonable criteria, introduction of system approach accomplished in terms of "forecast - exploration - assessment" and development of exploratory multifactor models of the main geological and industrial deposits.*

*Keywords: field, mineral raw materials, stocks prospecting works, the mining enterprise, scientific and reasonable criteria in a look "forecast-search-assessment".*

Во все времена в системе «человек и природа» минеральное сырье являлось неотъемлемой частью жизнедеятельности человека, главной движущей силой научно-технического прогресса и основой политической стабильности государства. На современном этапе общественного мироздания это положение становится ещё более отчетливым и острым, очевидно такая тенденция сохранится и впредь. Потребность экономики в них постоянно будет расти в новых рыночных условиях, что в свою очередь, обуславливает увеличение прироста запасов минеральных ресурсов и их добычи, как в известных горнорудных регионах, так и на новых площадях [1-20].

Высокая стоимость глубинных поисков обуславливает необходимость разработки рациональных методов, с помощью которых можно с наибольшей эффективностью и наименьшими затратами выявить перекрытые мезокайнозойским чехлом месторождения полезных ископаемых [3-6, 13].

Эти задачи могут быть решены двумя путями:

1) проведения в большом объеме региональных геологических исследований слабоизученных регионов и постановки прогнозно-металлогенических, поисковых и поисково-разведочных работ [1-4];

2) планомерное и системное изучение флангов и глубоких горизонтов известных и эксплуатируемых месторождений путем постановки детальных крупномасштабных геолого-прогнозных работ с глубоким анализом геолого-структурных условий локализации известного промышленного оруденения и установления закономерностей размещения, а также анализа закономерности их продолжения на глубину и фланги, систематическим наращиванием запасов минерального сырья и тем самым, увеличивая сроки действия горнорудных предприятий.

Сложность геологического строения, особенностей проявлений магматизма, тектоники и рудогенеза горнорудных районов Узбекистана, разнообразие пород геологических формаций, несхожесть их состава и физико-механических свойств-обусловили формирование различных по типу и масштабам месторождений полезных ископаемых, которые явились эталоном и основой для разработки теоретических вопросов условий формирования геологических объектов и закономерностей их размещения, а также выбора эффективных методов поисково-разведочных и эксплуатационных работ. Сложный и длительный процесс становления и развития минерально-сырьевой базы, тесно связан и предопределен прогрессирующей эволюцией геологических

представлений о теории рудообразования (рудогенеза) месторождений полезных ископаемых. В условиях рыночной экономики перед геологической службой стоит задача ускорения качественной и количественной оценок прогнозируемых минерально-сырьевых ресурсов [11,12].

Обеспечение опережающего роста разведанных запасов минерального сырья, по сравнению с темпами добычи, не может быть достигнуто только за счет расширения объема поисково-разведочных работ.

Экономическая эффективность добычи сырья зависит от повышения качества и уровня научной обоснованности исследований. Ее повышение осуществляется путем совершенствования поисковых и оценочных критериев отдельных типов месторождений при тщательном изучении условий размещения, расшифровки их геолого-структурных позиций, а также разработкой эффективной методики проведения геологоразведочных работ [13].

Возрастающая сложность прогнозирования новых месторождений требует комплексного подхода и разработки надежных научно-обоснованных критериев, внедрения системного подхода, реализуемого в виде «прогноз – поиск – оценка» и создания поисковых многофакторных моделей основных геолого-промышленных типов месторождений. Современная экономическая ситуация определяет жизненную необходимость к мерам по коренному повышению эффективности и качества выполняемых геологоразведочных работ.

Геологоразведочные и эксплуатационные работы наиболее эффективны на тех месторождениях, где детально изучена, в частности, рудолокализирующая роль их структур.

Структурные условия формирования и размещения оруденения устанавливаются при изучении комплекса минеральных образований, возникших в определенный момент развития тектонических деформаций, геолого-структурной обстановкой в пределах всей площади месторождения или рудного поля [17-19].

Разнообразные формации пород в различных сочетаниях, вместе со структурными особенностями региона, предопределили многообразие типов рудных полей и месторождений и их геолого-структурные позиции.

В настоящее время по результатам изучения рудных полей Узбекистана и других регионов накоплен достаточный фактический материал для установления и характеристики основных геологических об-

становок, благоприятных для размещения различных типов месторождения полезных ископаемых [5-7].

Методы их исследования разнообразны, однако единой методической типизации геолого-структурных позиций рудных полей и месторождений нет.

В настоящем, заметное исчерпывание резерва легко открываемых месторождений, в первую очередь, в районах действующих горнорудных предприятий, обуславливает необходимость поисков скрытого оруденения, при этом неизбежно усиливается требования к повышению экономической эффективности поисково-разведочных работ. Высокая стоимость глубинной разведки требует разработки рациональных методов, при помощи которых можно с наибольшей эффективностью и наименьшими затратами найти новые месторождения, скрытые на глубине.

Поэтому одна из актуальных задач геологической науки состоит в познании условий формирования и закономерностей размещения различных видов полезных ископаемых и, на этой основе, обоснованно прогнозировать крупные месторождения. В успешном решении этих проблем большое значение имеют комплексное изучение и использование минерального сырья, всесторонняя геолого-экономическая оценка и вовлечение в использование близ расположенных месторождений с низкосортными рудами в районах эксплуатируемых объектов [13, 14].

Как показывает опыт, простое увеличение объемов работ не всегда приводит к положительным результатам, что объясняется слабой теоретической основой прогнозно-металлогенических и поисковых работ, обусловленных неоднозначностью взглядов на геологию, глубинное строение, генезис оруденения и взаимосвязь факторов рудоконтроля. В настоящий период усложнились требования к геологам-производственникам, а также и к геологам-ученым.

Современные задачи поисков скрытого оруденения и разведки глубоких горизонтов эндогенных месторождений не могут быть решены без глубоких познаний геолого-структурных условий их образования и размещения оруденения [8, 9]. Структура любого участка земной коры определяется особенностями залегания в пространстве тел горных пород и рудных залежей.

Основным методом изучения структуры рудных полей и месторождений является геологическое картирование. Структурно-геологические показатели объектов, вместе с данными о качестве руд, служат основой для оценки промышленной значимости новых залежей на глубинах и флангах известных месторождений, для проектирования их разведки.

При этом роль прогноза - определение поведения рудных тел и залежей, в частности, и на глуби-

ну. Достоверность такого прогноза зависит от того, насколько правильно была понята история формирования структуры рудного поля и месторождения [10].

Фундаментальные исследования строения и истории развития территорий завершаются составлением прогнозно-металлогенических карт крупных провинций [2].

Локальные геолого-прогнозные карты – как результат изучения структуры района, рудного поля, месторождения и условий размещения в них оруденения - демонстрируются в объемном изображении и показывают фактическое и предполагаемое размещение полезных ископаемых по их качеству и количеству. Условия локализации оруденения в различных геолого-структурных типах рудных полей и месторождений неодинаковы, что вызывает необходимость использования различных методов при прогнозировании.

Геолого-структурный анализ представляет собой наиболее современный метод не только для решения вопросов размещения оруденения, но также и для выяснения его генезиса. Необходимо геолого-структурный анализ размещения оруденения проводить на всех разведываемых месторождениях постоянно. Металлогенические особенности отдельных геологических регионов и зон уже достаточно определены и поэтому поиски должны базироваться на выявлении их благоприятных геологических структур и позиций. Поиски промышленных эндогенных месторождений и рудных полей должны опираться, в первую очередь, на геолого-структурный критерий, поскольку именно он определяет место и масштаб оруденения в данной геологической обстановке.

Эта задача решается систематическим средне- и крупномасштабным картированием литологических, структурных и тектонических элементов и их сочетаний. Данная методика обеспечит конкретизацию геолого-структурного анализа и крупномасштабного количественного прогнозирования оруденения в эндогенных рудных полях и месторождениях, достаточную для уверенного направления глубокой поисковой разведки. Использование этих методов в практике геологоразведочных работ на протяжении последних 50 лет, способствует расширению и укреплению сырьевой базы горнорудных предприятий [7,8].

Объекты прогнозирования - рудные тела и месторождения в пределах рудных полей, а также и сами рудные поля. Сущность локального количественного прогнозирования - оценка числом и мерой величины перспективных запасов, установление характера интенсивности проявления и степени влияния на оруденение рудоконтролирующих факторов, что обеспечивает оценку их информативности.

В разработанных принципах локального количественного прогнозирования обобщен опыт составления геолого-прогнозных карт более чем на 80 рудных полях и месторождениях гидротермального генезиса различных структурно-морфологических и вещественных типов.

Развитие теории рудообразования во многом определяются выявлением закономерностей деформации горных пород. Локализация оруденения, наряду с другими факторами, как было отмечено, зависит от физико-механических свойств пород, таких как хрупкость, пластичность, пористость, проницаемость, которые также определяют структуру рудных полей и морфогенез рудных тел. Экспериментальное воспроизведение типовых структур рудных тел, месторождений и рудных полей, с учетом особенностей их геологического строения, интерпретация и использование полученных результатов, повышают достоверность прогнозирования оруденения [15].

В последние годы представления об условиях образования и закономерностях размещения рудных месторождений испытывают большие изменения. Этому способствует развитие новых методов исследований: дешифрирование космических снимков, морфоструктурный анализ и палеорекострукции открывают новые возможности для познания структур и их влияние на локализацию оруденения. Крупномасштабные космические снимки позволяют определить геологическую позицию рудных полей и их внутреннее строение. Достижения космогеологов, в том числе, аэро- и космическая информация, позволяют получить совершенно новые сведения, ранее не известные при традиционных методах наземных геологических исследованиях [18].

Следует учесть то обстоятельство, что для проведения космогеологических исследований требуются относительно незначительные средства, что позволяет получать больший экономический эффект.

Зарубежные специалисты, при картировании скрытых рудоконтролирующих структур, пользуются возможностями цифровых данных космического зондирования: на изображениях, полученных оригинальными способами обработки первичных цифровых матриц, на второй план отодвигаются геолого-ландшафтные объекты, и на снимках четко проявляются почти все структурные неоднородности как открытых, так и закрытых территорий земной поверхности (разломы всех рангов, изъяны, изгибы, зоны максимальных и минимальных дроблений и трещиноватости в толщах коренных пород и т.д.). Они, включая элементы и компоненты современного рельефа, изображаются в виде разноориентированных прямолинейных, зигзагообразных, дугообразных и других форм линейности, прослеживающихся на снимках в виде темных или белых (осветленных) штрихов, линий и узких полос [20]. В результате уверенно фиксируются почти все

структурные объекты (прямолинейные, дугообразные, округлые, площадные и др.).

Гидротермальные руды образуются на путях движения рудообразующих растворов. При движении в недрах, растворы подчиняются законам гидродинамики, которые составляют неотъемлемый элемент комплекса условий, определяющих формирование гидротермальных рудных месторождений. На размещение этого типа оруденения определяющее воздействие оказывают и структурные условия. Эта рудоконтролирующая роль структурных условий, согласно общим представлениям о теории гидротермального оруденения, основывается на способности геологических структур контролировать пути движения гидротермальных рудообразующих растворов [16].

На основе изучения десятков промышленных месторождений и рудных полей Тянь-Шаня, нами сгруппированы следующие благоприятные для размещения промышленного оруденения геолого – структурные позиции: 1) рудные поля и месторождения, связанные с крупными одиночными разломами, характерные для всех формаций пород; 2) рудные поля и месторождения, тяготеющие к сложным разломам или их сочетаниям со складчатыми структурами, образование флексурных изгибов, возникновение систем поперечных разгруженных блоков; 3) рудные поля и месторождения в пересечениях или сопряжениях разломов (как правило, породы в этом случае подвергаются массовому дроблению); 4) рудные поля и месторождения в подвижной контактовой зоне при внедрении интрузивных тел разной формы; 5) рудные поля и месторождения в вулканических структурах различных типов: линейных, радиальных, овальных систем разломов, ограничивающих блоки неравномерно деформированных пород, частично благоприятных для оруденения; 6) рудные поля и месторождения в складчатых сооружениях, разбитых сопряженными разломами, при наличии внедрившихся интрузивных тел.

Оруденение фиксируется в разгруженных частях структур. Изучение геолого-структурных позиций известных крупных по масштабам рудных полей и месторождений различных генетических типов, имеет большое научное и практическое значение в процессе прогнозирования, поисков и оценки месторождений полезных ископаемых [5, 6].

Таким образом, дальнейший прогресс в прогнозировании оруденения требует синтеза имеющегося большого фактического материала и концентрации исследований для разработки крупных научных проблем путем использования достижений смежных наук и новых технологий, сбора и обработки результатов исследований.

Современная тенденция мировой экономики – прогрессирующее снижение кондиции промышленных руд – обуславливает, с одной стороны, вовлечение в отработку новых типов месторождений со

сравнительно бедными рудами и переоценку комплексных месторождений, с другой – пересмотр представлений о генезисе руд.

Успешная реализация сложного и длительного процесса поисков, оценки, разведки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых значительно зависит от научного подхода к методике геологоразведочных работ.

Основой методического подхода являются геологические представления об условиях образования и закономерностях размещения полезных ископаемых в различных геолого-структурных позициях земной коры.

Итак, резкое сокращение фонда легкооткрываемых месторождений обуславливает детальное изучение геологии, металлогении, тектоники, геохимии и минерального состава для установления условий формирования и закономерностей размещения сложных, в геологическом отношении, рудных объектов, с целью выявления критериев прогнозирования, поисков, оценки и разведки скрытого оруденения.

Возрастающая сложность прогнозирования новых месторождений требует комплексного подхода и разработки надежных научно-обоснованных кри-

териев, внедрения системного подхода, реализуемого в виде «прогноз – поиск – оценка» и создания поисковых многофакторных моделей основных геолого-промышленных типов месторождений. Современная экономическая ситуация определяет жизненную необходимость к мерам по коренному повышению эффективности и качества выполняемых геологоразведочных работ.

Геология, прогнозирование, поиски, оценка, разведка, эксплуатация месторождений полезных ископаемых вступает в сложный этап своего развития, особенности которого определяются активно развивающимися процессами перехода экономики к рыночным отношениям, что обуславливает повышение достоверности прогнозных, научных исследований и как их следствие – создание прогнозных карт.

Такие исследования должны проводиться путем комплексирования всех существующих геологических, дистанционных, геофизических, геохимических и других методов, а также широким использованием результатов экспериментальных исследований, моделирования геологических явлений и процессов, обработки полученных материалов с использованием современных компьютерных технологий.

#### Список литературы:

1. Абдуллаев Х.М. Генетическая связь оруденения с интрузиями. Изв-до АН Узбекистана. Ташкент, 1950.
2. Абдуллаев Х.М. Металлогенические карты и их геологические основы // Узб. геол. журн., 1959.
3. Абдуллаев Х.М. Магматизм и оруденение Средней Азии. Изд-во АН Узбекистана, 1960.
4. Абдуллаев Х.М. Рудно-петрографические провинции. Недр, М., 1964, С.136.
5. Акбаров Х.А. Геолого – структурные позиции рудных полей и месторождений Тянь – Шаня. Позиции как поисковые критерии // Геология и минеральные ресурсы. Ташкент 2004, №5. С. 18-28.
6. Акбаров Х.А. Геолого – структурные позиции рудных полей и месторождений Тянь-Шаня: задачи изучения и систематика // Геология и минеральные ресурсы. Ташкент 2004, №2. С. 3-9.
7. Акбаров Х.А. Проблемы изучения рудных месторождений (тенденции). В кн.: Условия формирования, закономерности размещения и прогнозирование месторождений полезных ископаемых. РИСО ТГТУ. Ташкент. 2006. Библ.-16 назв. С. 21-27
8. Акбаров Х.А. Итоги и задачи изучения структур полиметаллических рудных полей и месторождений Тянь-Шаня // Геология и минеральные ресурсы. Ташкент. 2006, №5С. 13-20 Библ.-21 наим.
9. Акбаров Х.А. Геолого – структурные условия размещения и прогнозирование оруденения на полиметаллических рудных полях и месторождениях Тянь-Шаня. РИСО ТашГТУ. 2006. 364 С. Табл.-158. Рис.-273. Библ.-462 назв.
10. Акбаров Х.А. Геолого–структурные типы полиметаллических рудных полей месторождений Тянь-Шаня //Геология и минеральные ресурсы. Ташкент. 2007, №2С. 31-43. Библ. -19 наим.
11. Акбаров Х.А., Каршиев Т.М., Тарасов А.Г. Прогнозирование геолого–структурных позиций крупных месторождений. В кн.: Современная техника и технология горно–металлургической отрасли и пути их развития. РИСО НГИ. 2008. С. 81-84 Библ.-9 наз.
12. Акбаров Х.А. Теоретико-методологические аспекты локального прогнозирования оруденения. РИСО ТашГТУ. Ташкент. 2012. 508 С.
13. Акбаров Х.А., Мирзаева Г.А., Асабаев Д.Х. Геолого-структурные позиции рудных полей и месторождений - оценочный критерий масштабов оруденения. В сб.: "Приоритетные направления геологического изучения недр, гидрогеологических исследований в Республике Узбекистан". РИСО ГП "НИИМР" Ташкент. 2012. С. 71-72.
14. Х.А.Аkbаров, Марипова С.Т., Сулейманов М.О. Диверсификация сырьевой базы промышленности Республики Узбекистан. Тезисы Респ. науч.-тех. конф. Ташкент. 2012. С. 8-11.
15. Акбаров Х.А. Структурная типизация полиметаллических рудных полей и месторождений различного генезиса для разработки исходных моделей при экспериментах // Эксперимент и моделирование в структурообразующих процессах рудогенеза / Тр. Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР. – Новосибирск: Наука, 1976. – Вып. 293. –С. 178-189.
16. Вольфсон Ф.И., Лукин Л.И. Особенности локализации гидротермального оруденения в различных структурных этапах //Изв. АН СССР. Сер. Геол. – 1965-№10. - С. 28-38.
17. Вольфсон Ф.И., Лукин Л.И. О поисках скрытого эндогенного оруденения // Разведка и охрана недр. - 1965. - №7 - С.1-6.
18. Королев А.В. Структурные типы рудных полей и месторождений Средней Азии. – М.: Недр, 1983. – 154с.
19. Смирнов В.И. Геологические структуры эндогенных рудных месторождений. – М.: Наука, 1978. -239с.
20. Эргашев Ш.Э., Асадов А.Р. Методическое пособие по использованию дистанционных съемок. РИСО ГП "НИИМР". Ташкент. 2001. С. 202.

## РУДОНОСНОСТЬ И КОСМОСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗОЛОТО-РЕДКОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЮЖНО-НУРАТИНСКИХ ГОР

Мовлонов Ж.Ж., заведующий сектором локального прогнозирования рудных полезных ископаемых ГП «НИИМР»

*Maqolada Janubiy-Nuroto konlarida geologik-qidiruv va tematik-izlanish asosida kosmostruktura metodiga asoslanib tilla-nodirmetall rudajoylanishi aniqlangan. Oldindan aitish-qidirish maqsadida geoximik va geofizik metodlarni qo'llagan holda tilla-nodirmetall ruda qidirish metodini nazorat qilishga asoslangan.*

*Tayanch iboralar: rudali qatlam, kosmik fotossurat, tilla-nodirmetall ruda qatlami, Janubiy-Nuroto konlari.*

*Based on geological and exploration review data on distribution of gold and rare metals mineralization in Southern Nurata mountains are presented in this article. For the purposes of forecasting and exploration along with other geochemical and geophysical purposes the characteristics of ore control are described.*

*Keywords: rudoznostnost, space pictures, gold redkometallnoye orudneney, Southern mountains Nurata.*

Площадь исследований в Южном Нуратау охватывает горы Каратау, часть гор Актау и Бахильтау (рис. 1). Золотоносность гор Каратау была известна ещё с древнейших времен, о чем свидетельствуют материальные реликты древнего горнорудного промысла - следы многочисленных поисковых и добычных горных выработок, скопления перемытых эйфелей, а также топонимика объектов (Алтын-Казган, Алтынсай и др.). Планомерное изучение геологического строения и поиски месторождений полезных ископаемых территории начаты в 30-х гг. XX века. После открытия С.В. Культиясовым в 1927 г. Лянгарского молибденового, которое В.С. Мясниковым в 1934 г. обоснованию, как и шеелитового месторождения, поисковые работы, в основном, были сосредоточены в центральной части Южно-Нуратинских гор.

В 1935-1937 гг. под руководством К.Л. Бабаева в западной части Южно-Нуратинских гор были изучены литолого-петрографические особенности метаморфических комплексов, Актауского гранитоидного массива и рудоносных скарнов Лянгарского рудного поля. В 1938 г. Б.А. Грозин обнаружил Алтынказганские древние выработки на золото. В этом же году М.Д. Трояновым открыто месторождение золота Алтын-Казган. В 1946-1950 гг. К.Б. Шулятниковым и И.М. Шамшуриным были изучены контактовые ореолы Каратауского интрузива и выявлены россыпи с высокими концентрациями олова (Сулукуз и др.). В 1948 г. Б.Ф. Василевским обнаружено около сотни мелких скарновых тел и изучено большое количество пегматитовых и кварцевых жил.

Существенный вклад в изучение генезиса, связей с магматическими образованиями и геолого-структурных особенностей локализации редкометального оруденения внесли Х.М. Абдуллаев, И.Х. Хамрабаев, Т.Н. Далимов. Повышению рудного потенциала территории на раннем этапе также послужили среднemasштабные геолого-съёмочные работы, проведенные под руководством Б.Ф. Попова, Х.Х. Урманова, М.Л. Рыскина, Г.С. Чикрызова, Х.В. Рыскиной (1952-1960 гг.),

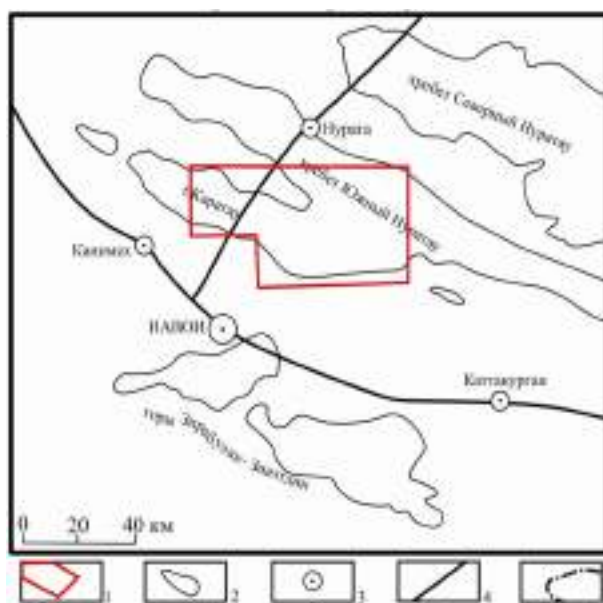


Рис. 1. Обзорная схема района исследований: 1 - граница территории исследований; 2 - выходы докембрийских комплексов пород; 3 - города; 4 - автодороги;

В.Г. Бормотова (1956 г.), Р.П. Гостева (1960 г.), Ю.А. Чернявского (1961 г.), Ю.Г. Спирина (1962 г.) и др. завершившиеся открытием большинства из известных в настоящее время проявлений золота, олова, вольфрама, бериллия и других полезных ископаемых.

Начиная с 1960 г., на рассматриваемой территории проводится крупномасштабная геологическая съемка под руководством Ю.И. Лошкина, Д.М. Огарева, Ю.В. Шумакова и др. (Р.С. Хан, 2002 г.). По их результатам было установлено рудопроявление Биран, в Сармич-Алтынказганском рудном поле выявлены ряд рудопроявлений (Г.В. Горев и др., 1972 г.), в 1977 г. завершены поисково-оценочные работы на участке Сармич (В.А. Шевченко и др.).

В 1978 г. В.И. Мезенцевым и др. на рудопроявлениях Битаб и Баштут выявлено несколько рудных тел с параметрами мелких месторождений. Е.Н. Шубиным до 1988 г. проводилась детальная разведка рудных тел месторождения Биран, которая была остановлена из-за вредных с экологической точки зрения примесей в рудах (мышьяк). Выполненная В.А. Шевченко и др. в 90-х гг. детальная разведка золото-кварцевых и золото-серебряных руд месторождений Араб и Сармич позволила получить запасы золота и серебра промышленных категорий.

Примечательно, что геологоразведочные работы в регионе проводились в сопровождении многочисленных опытно-методических и тематических работ, начатых еще в 40-х гг. XX века (Л.З. Палей, 1947 г.). Вначале они сводились к обзору золотоносности Нуратинских гор, а с 70-х гг. приобрели статус металлогенического анализа (И.В. Мушкин, 1972, 1976 гг.; В.Г. Гарьковец, 1978 г.; П.Ф. Иванкин, 1982 г. и др.). В дальнейшем была проведена прогнозная детализация металлогенических подразделений с выделением перспективных площадей ранга рудной зоны и рудного поля. Прогнозный фонд в основном был представлен позициями в пределах выходов палеозойских образований и лишь в отдельных работах - под чехлом мезозой-кайнозойских пород (Д.Г. Ажгирей и др., 1987 г.; Н.И. Назарова и др., 1988 г.). В последующем, в 1996-2004 гг., тематические работы с прогнозной ориентацией в пределах Южно-Нуратинских гор проводились Э.Б. Бертманом, С.Ю. Петровым, С.М. Колосковой, М.У. Умарходжаевым, З.М. Абдуазимовой и др. [1]. В настоящее время на различных стадиях изученности находятся порядка ста перспективных объектов. Рудная специализация только десятой части из них предварительно определяется как редкометалльная, а оставшиеся 55 месторождений и проявлений, а также более 30 мелких рудных точек являются золотыми.

Благодаря многолетним системным геологическим работам и установленной высокой рудонасыщенности Южно-Нуратинский горно-рудный район является одним из перспективных на золотое регионов Узбекистана. Он характеризуется с разрабатываемым (Марджанбулак) и подготовленными для освоения (Сармич, Биран, Алтынказган, Мауля и др.) месторож-

дениями [2]. Космофотогеологическим и аэрофотогеологическим изучением Южно-Нуратинских гор занимались И.А. Пяновская (1984 г.), Ф.А. Маженштейн (1989 г.), Ю.И. Лошкин и др. (1996 г.), Ш.Э. Эргашев (1998 г.), А.К. Глух (2004 г.) и др.

Одним из приоритетных направлений этих исследований являлось выявление космофотоструктур - линейментов, дугообразных и концентрических фотоаномалий, интегрированных с природными объектами на поверхности Земли. Такой интерес объясняется тем, что подобные фотообъекты довольно часто являются отражением глубинного строения литосферы и во всех регионах мира установлена связь с размещением месторождений эндогенного типа.

Для этого были разработаны методологические, теоретические и практические подходы, учитывающие всё разнообразие поступающих сведений (дистанционных, геологических, техногенных, природных и др.) и позволяющие выработать единую стратегию обработки аэро-космофотоснимков с целью извлечения необходимой геологической информации. Современный облик западной части Южно-Нуратинских гор и прилегающих территорий в этих работах воспринимается как отражение суммарного итога проявления процессов доальпийских, альпийских и новейших тектонических движений, продолжающихся в слабой форме и в настоящее время [3]. Складчатые сооружения, возникшие в процессе проявления вышеотмеченных этапов тектогенеза, четко проявлены в рельефе, в конкретных геотектонических позициях и границах каждого горного сооружения. Подобные участки земной поверхности маркируются границами различных ландшафтных зон, где природные факторы, позволяющие фиксировать на космофотоснимках вещественно-структурные фотосведения, выражены своеобразно и довольно существенно отличаются друг от друга.

В пределах исследуемой территории развиты ландшафтные зоны средне- и низкогорий, предгорных равнин, мелкохолмистых равнин и др. В этой связи, методические аспекты структурной интерпретации дистанционных фотоизображений территории района, в отличие от высокогорных условий, где главными критериями являлись форма цепей водоразделов и рисунок гидрографической сети, основывались на анализе форм проявления и пространственной ориентации отдельных возвышенностей и понижений, террас и резких уступов в рельефе, ущелий и оврагов, полос постоянных и сезонных растений, групп колодцев и др. элементов ландшафта. На основе отмеченных критериев, отдешифрованы фотоструктурные объекты, ряд линейных, дугообразных и концентрических структур.

Результаты исследований сопоставлялись с геологическими и геофизическими материалами, данными контрольного дешифрирования [4] и ранее составленными космофотоструктурными схемами (рис. 2-4). В результате разбраковки были отобраны наиболее достоверные единицы, раскрывающие ранее неучитываемые факторы и представляющие важное поисковое значение.

Среди них особое место занимает Западно-Нуратинская концентрическая структура центрального типа (ЗНСЦТ), которая на исследуемой площади представлена в виде отдельных сегментов (юго-западного и северо-западного) многозонального строения. Контуры их хорошо трассируются в виде цепочковидных полос весенней растительности и вследствие этого они уверенно фиксируются на весенних и на ранних летних снимках. В горной части территории контуры ЗНСЦТ четко выделяются на картах геологических и геоморфологических исследований, дугообразно обрамляя границы домезозойских-кайнозойских образований и цепи водоразделов горных массивов.

Внешняя зона ЗНСЦТ, выделенная в масштабе 1:200000, представляет огромный интерес в металлогеническом отношении, в особенности ее южные секторы, обрамляющие складчатые сооружения палеозойского фундамента и образующие Каратаускую ветвь Южно-Нуратинских гор. В ее пределах расположены Алтынгазканское, Сармичское и Биранское рудные поля, а также другие объекты западной части Южно-Нуратинских гор. В их размещении немаловажное значение имеют и линейные структуры, особенно в позициях пересечения с различными частями концентрических структур.

Анализ пространственного положения линеаментов показывает, что на всех использованных видах фотоматериалов довольно отчетливо выделяется две основных группы:

1) фотоструктуры субширотного и северо-западного простирания;

2) линейные объекты северо-восточного направления. Их размеры достигают 100-200 м в ширину и от нескольких сотен метров до 60-100 км в длину.

Они в современном рельефе маркируют:

1) тектонические разломы с ясно выраженной линией плоскости нарушения;

2) полосы микротрещин;

3) погребенные линейные сооружения и зоны трещиноватости;

4) линейные границы элементов и компонентов ландшафта;

5) прямолинейные границы геологических тел;

6) выпрямленные границы структурно-фациальных подзон.

Работы по применению дистанционных методов в локальных прогнозных целях (масштаб 1:50000) начались с повышения геологической информативности матриц современных цифровых космических снимков по территории работ. Для этого были применены специальные методы их обработки. С целью «просеивания», не имеющих прямого отношения к предметам прогноза, второстепенных видов информации (растительность, влажность и др.), содержащихся в изображении поверхности, и на их основе получения единой стандартной цветовой композиции использовался метод АСР (анализ главного составляющего). Полученные с его помощью изображения позволили



Рис. 2. Отражение структур центрального типа в аномальном магнитном поле западного окончания Южно-Нуратинских гор (по Ш.Э. Эргашеву, 1998 г.): 1 - граница суперфотогеоблоков; 2 - многозональные геодинамические структуры центрального типа; 3 - поля магнитных аномалий  $\Delta T_a$  и их значения в усл. ед.

прослеживать разнотипные и разновозрастные горные породы, окрашенные в разные тона, включая четвертичные и современные образования, отличающиеся по возрасту и составу. При этом установлено, что преобладающий обломочный материал предопределяет окраску ареала распространения конкретной толщи. Для исключения влияния ландшафтно-климатических условий территории при идентификации разновозрастных и

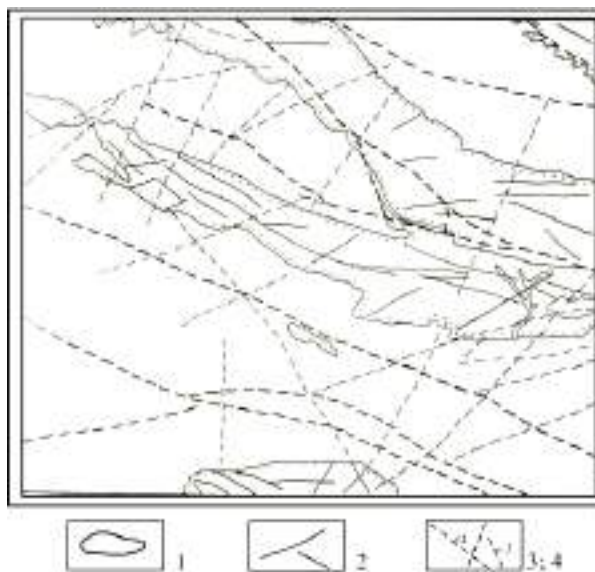


Рис. 3. Линейные структуры западной части Южно-Нуратинских гор и прилегающих территорий (по Ш.Э. Эргашеву, 1998 г.): 1 - выходы палеозойского фундамента; 2 - картированные разломы; 3 - линеаменты, выявленные на дистанционных материалах; 4 - линеаменты

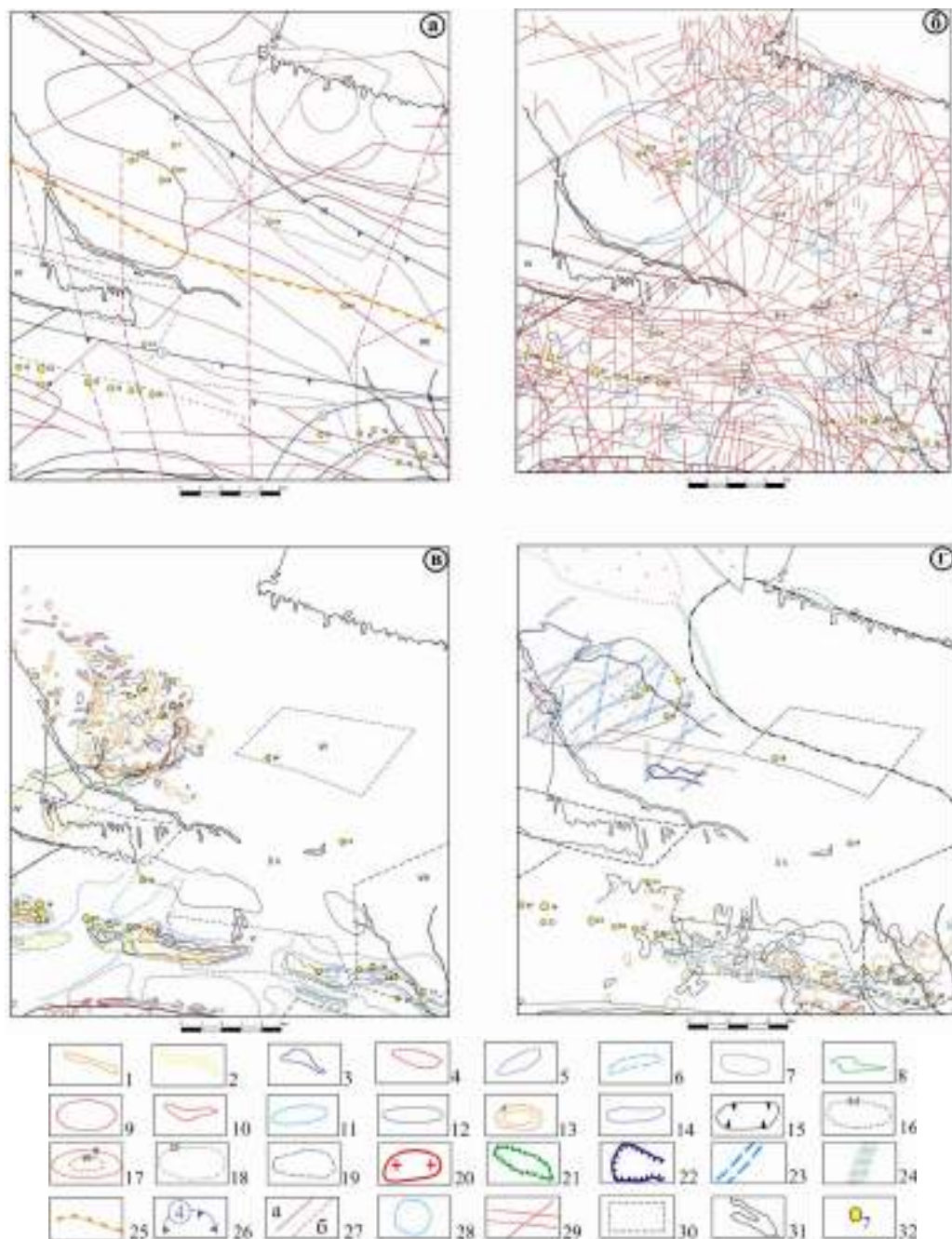


Рис. 4. Схема космоструктурного прогнозирования золото-редкометального оруденения в Западном окончании Южно-Нуратинских гор с использованием дешифрирования космоснимков региональной (а) и локальной (б) уровней генерализации, а так же геохимических (в) и геофизических (г) аномалий:

Аномальные геохимические (АГП) и штихи-геохимические (АШП) поля (Берман, 1996ф) Микрэлементы: 1-золота; 2-серебра; 3-мышьяка; 4-свинца; 5-меди; 6-вольфрама; 7-олова; 8-молибдена; 9-висмута; 10-бериллия, %. Комплексные: 11-АШП; 12-АГП, по результатам металлотрием. Результаты интерпретации АГСМ съемки (Климов и др., 1970ф): 13-ореллы золота; 14-ореллы мышьяка; 15-контур площади, покрытой вертолетной АГСМ съемкой масштаба 1:10000 в 1969г.; 16-контур площади, покрытой вертолетной АГСМ съемкой масштаба 1:25000 в 1969г.; 17-аномальные концентрации урана в  $\cdot 10^{-6}\%$ ; 18-аномальные концентрации калия в  $\cdot 10^{-6}\%$ ; 19-контур гранитоидных интрузивов, выраженные аномалиями  $\Delta g$  и  $\Delta Ta$  на глубинах до 100 м; 20-контур гранитоидных интрузивов, выраженные аномалиями  $\Delta g$  и  $\Delta Ta$  на глубинах 100-1500 м; 21-зоны распространения пород с повышенными магнитными свойствами; 22-аномалии  $\Delta UEP$ , отождествленные с распространением углефицированных и сульфидизированных пород; 23-тектонические нарушения, предполагаемые по результатам интерпретации полей  $\Delta UEP$  и  $\Delta Zg$ ; 24-поперечные разрывные тектонические нарушения, установленные по зонам магнитных аномалий. Элементы геологии идентифицированные в космоснимках: 25-граница суперфототеобноков; 26-многозональные геодинамические структуры центрального типа и их номера; 27-линеамента: а) совпадающие с картированными разломами, б) выделенные только на дистанционных материалах; 28-залызные структуры; 29-разломы; 30-перспективные площади и их номера; 31-контур выходов палеозойских образований; 32-рудопоявления золота (7-Ташминит Центральный, 8-Ташминит-II, 9-Ташминит-I, 10-Битаб, 11-Битаб Южный, 14-Чашма, 15-Приводораздельный Западный, 16-Сармич Западный, 18-Баштуз, 19-Бабашиль, 23-Рудопоявление №15, 24-Сармич-I, 25-Сармич-II западный, 30-Курой Северный, 31-Водораздельный, 32-Карамечетская, 33-Курой Центральный, 34-Курой Восточный, 35-Курой Дайковий).

разнотипных пород применен метод ITS (интенсивность, тон и насыщенность). При этом использовано изменение характеристики цвета при линейной обработке цифровых матриц, с учетом наличия для каждой системы цветов индивидуальной оси, направленной по определенной координате. Регулированием направлений осей всей системы изменено визуальное восприятие, созданы цветовые композиции изображений, характерные отдельным типам пород [5]. Структурные неоднородности территории, залегающих под чехлом послепалеозойских осадочно-терригенных пород выявлялись методами «Индекс-IV», «Кирша» и «Собеля». Оконтуренные с их помощью конкретные блоки маркируют различные формации пород или их фациальные разновидности, которые классифицируются как самостоятельные вещественно-структурные элементы геотектоники, имеющие глубинные корни и названные «геоблоками структурных неоднородностей» [6].

Для оценки прогнозной значимости фотообъектов, изображенных на результирующей схеме дешифрирования, объекты опознавания сопоставлялись с соответствующими картами наземных геологических исследований, изначально приводя последние в единый масштаб 1:50000.

В соответствии с общепризнанной методологией проведения дистанционных исследований одновременно анализировались снимки и карты эталонной территории регионального (масштаб 1:200000 и др.) и локального (масштаб 1:50000) уровней генерализации. Кроме того, методом визуального сопоставления уточнялись ранее составленные космофотоструктурные схемы, карты и, по возможности, выявлялись новые структурно-вещественные и структурные фотообъекты с прогнозом их геологической сущности. Использование комплекса полевых поисковых и специализированных металлогенических, рудно-формационных, геолого-структурных и геохимических методов, с приоритетом на камеральные дешифровочные, полевые заверочные и геохимические опробовательские работы позволило составить космоструктурную модель западного окончания Южно-Нуратинских гор масштаба 1:50000 (рис. 4).

Основными признаками выделения в нем геологически благоприятных для размещения золото-редкометального оруденения позиций являлись внешние зоны многозональных концентрических структур центрального типа в местах совмещения в едином пространстве с:

- узлами пересечения разноориентированных линейных структур;

- участками сгущения плотности размещения линейных структур северо-восточного простирания в пределах крупных (мощность несколько десятков метров, длина километров) северо-западных разломов;

- внешними частями аналогичных или более мелких «дочерних» концентрических структур;

- приконтактовыми с осадочно-метаморфической толщей частями и выделенными позициями скрытозалегающих интрузивных тел;

- замковыми и краевыми частями крыльев крупных пликативных структур, нарушенных крутопадающими разломами и проявленных в среднемасштабных геологических материалах, часто в виде тектонических зон с высокой плотностью деформации пород [7];

- аномальными геохимическими полями химических элементов (рис. 4, в), особенно индикаторов верхне- и среднерудных уровней золото-редкометального оруденения (сурьма, мышьяк, серебро, медь, золото, вольфрам и др.);

- кольцевыми и линейными магнитными аномалиями с небольшой (+20...+22ΔТ) положительной интенсивностью [8], информативными для выявления зон контактового метаморфизма (роговики и скарны) с редкометальным оруденением (рис. 4, г);

- отрицательными аномалиями локальной составляющей ΔТ (рис. 4, г) и областями смены знака локальной составляющей Δg, информативными для прогноза золотого оруденения [8].

Комплексная интерпретация этих геологических материалов по западной части Южно-Нуратинских гор позволила обоснованно оконтурить 9 перспективных для локализации золото-редкометального оруденения позиций ранга крупных рудных полей (размеры площадей от 10 до 62 км<sup>2</sup>), в т.ч. 4 первоочередных, для постановки опережающих специализированных поисковых работ.

#### Список литературы:

1. Пирназаров М.М., Колоскова С.М., Завьялов Г.Е. и др. Применение метода структурирования геохимических полей при прогнозировании перспективных на золото площадей хребта Южный Нуратау // Труды Международной научно-практической конференции / Проблемы рудных месторождений и повышения эффективности ГРП. - Ташкент, ИМП, 2003. - С. 374-377.
2. Пирназаров М.М. Состояние, размещение и предпосылки развития минерально-сырьевой базы золота Республики Узбекистан // Геология и минеральные ресурсы. - 2007. - № 5. - С. 81-89.
3. Эргашев Ш.Э., Аvezов А.Р. Усовершенствование методики дистанционных зондирований и пути повышения информативности аэрокосмофотоматериалов в условиях Узбекистана // Geologiya va mineral resurslar. - 2002. - № 2. - С. 10-17.
4. Шульц С.С. мл. Эргашев Ш.Э., Гвоздев В.А. Геодинамические реконструкции / Метод. руководство. - Л.: Недра, 1991. - 143с.
5. Асадов А.Р. Система представления цветов: Система ITS (интенсивность, тон, насыщенность) // Актуальные вопросы в области технических и фундаментальных наук. - Ташкент: ТГТУ, 1998. - Вып. 4. - С. 12-16.
6. Эргашев Ш.Э., Пирназаров М.М. Комплексирование дистанционных и геофизических методов для уточнения возрастной последовательности становления глубинных структур (на примере гор Нуратау) // Руды и металлы. - М., 2006. - №1 - С. 43-46.
7. Умарходжаев М.У., Акбаров Х.А. и др. Геолого-структурное прогнозирование золотого оруденения в Западном Узбекистане // Информационный сборник "Геологическое изучение и использование недр". - ООО "Геоинформцентр". - М., 2003. - №1. - С. 15-30.
8. Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р., Балашов А.Н. Модель геохимического районирования золоторудной провинции Букантау (Кызылкумы, Узбекистан) // Отечественная геология. - М., 2011. - № 2. - С. 40-55.

## ГЕОДИНАМИКА И МЕТАЛЛОГЕНИЯ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУД СРЕДИННОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Садыкова Л.П., докторант Института геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева, АН РУз

*O'rta Tyan-Shon O'zbekistonning misli xududi hisoblanadi. O'rta Tyan-Shonning geologik rivojlanish tarixi turli davr bo'limlariga bog'liq va litosfera plitalar tektonikasi, chuqurlik geodinamikasi terrein taxlili holatlariga yondoshgan holda ko'rib chiqilgan va shu holatlar asosida O'rta Tyan-Shon evolysiyasining yangi modelini yaratishga yo'l ochib berdi.*

*Tayanch iboralar: O'rta Tyan-Shon, geologik urganilish, foydali qazilmalar koni turlari, oltin-mis-porfir tizimi, geodinamika, metallogeniya.*

*Middle Tien-Shan is the major copper-bearing region of Uzbekistan. The geological history of development of Middle Tien-Shan is considered from the different age periods and positions of plate tectonics, deep geodynamics, terrane analysis which allowed to create a new model of Middle Tien-Shan evolution.*

*Keywords: median Tien Shan, geological study, types of fields, gold and copper and porphyritic system, geodynamics, metalgenius.*

Срединный Тянь-Шань - важнейший меденосный регион Узбекистана. Он характеризуется высокой степенью геологической изученности, приходящейся, в основном, на вторую половину 20-го века и проходящей под эгидой геосинклинальной парадигмы. В соответствии с представлениями о палеозойском тектоническом строении, здесь рассматривался срединный массив (Чаткало-Кураминские горы), который на севере ограничивался «важнейшей структурной линией Тянь-Шаня (В.А. Николаев)», а на юге Северо-Нуратинским-Южно-Ферганским разломами. Наиболее древние образования в объеме метаморфических толщ нижнего протерозоя (терексайская и семизсайская свиты) установлены в Кассанском блоке. В течение всего протерозоя это был срединный массив, являвшийся областью сноса. В позднем рифее по северному краю срединного Тянь-Шаня формировался вулканоплутонический пояс, а в венде – краевой молласовый прогиб (Каратау). С кембрия на северном и восточном краях Срединного Тянь-Шаня заложилась прогибы (Каратау-Нарынский и Бельтау-Кураминский), прошедшие до раннего девона полный каледонский цикл геосинклинального развития с формированием вулканогенной молассы, прорванной каледонскими гранитоидами [1-4].

В герцинский цикл на рассматриваемой территории образовался девон-нижнекаменноугольный эпикаледонский квазиплатформенный чехол, нижняя часть разреза которого сложена молассовой формацией, а верхняя – мощными карбонатными отложениями. В орогенный этап от визея до конца палеозоя в южной и юго-западной части Курамино-Ферганского (по О.М. Борисову) или Сырдарьинского (по В.Г. Гарьковцу, А.К. Бухарину и др.) срединного массива формировался Бельтау-Кураминский вулканоплутонический пояс с магматитами среднего и кислого состава. В мезозое и частично в кайнозое в Западном Тянь-Шане формиро-

вался чехол Туранской плиты, которая в неоген-четвертичное время подверглась постплатформенному (альпийскому) орогенезу.

Внедрение в геологическую науку и практику идей новой парадигмы – тектоники литосферных плит, глубинной геодинамики и террейнового анализа позволили создать новую модель эволюции Срединного Тянь-Шаня, состоящую из двух регионов Чаткальского и Кураминского (Сырдарьинский террейн, рис. 1), геологическая история которых фиксируется с разных возрастных периодов. Можно предположить, что Чаткальский регион в протерозое существовал в качестве платформы в составе гипотетического суперконтинента Родиния, а затем вследствие деструкции Родинии, террейном мигрирующим в северные широты среди аккрецирующих континентальных блоков в составе формирующегося суперконтинента Пангея –II (В.Е. Хаин, 1995 г.)

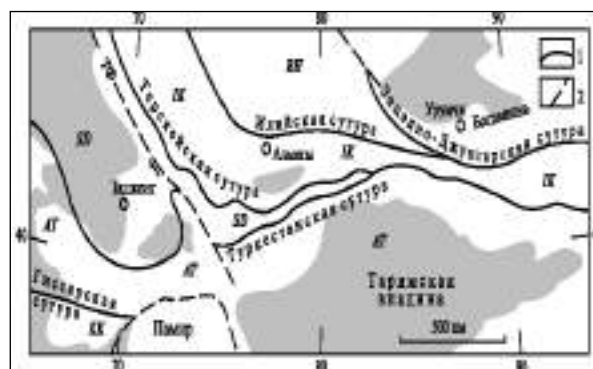


Рис. 1. Сутуры палеозойских океанических бассейнов в Тянь-Шане (В.С. Буртман, 2012): террейны с континентальной корой: АТ - Алай-Таримский, ВН - Борохоро, ИК - Иссык-кульский, КК - Каракумский, SD - Сырдарьинский; 1-сутуры океанических бассейнов, 2-разломы (ТФ-Таласо-Ферганский); современные впадины и равнины показаны тонировкой

Геологическая же история Кураминского региона фиксируется с раннего палеозоя, когда он, в виде Торгасайского окраинного моря, входил в акваторию Туркестанского палеоокеана.

Массовое каледонское гранитообразование спаяло древний континентальный блок Чаткальского террейна с молодым континентальным блоком, образовавшимся на месте Торгасайского окраинного моря (Кураминский регион), образовав единый континентальный блок – Срединный Тянь-Шань, который присоединился в результате каледонской коллизии к Казахско-Киргизскому микроконтиненту. С этого момента, т.е. с девонского периода, геологическая история Срединного Тянь-Шаня тесно сопрягается с геологической историей Казахстана. Об этом свидетельствует девонский, меридианального простирания, вулканогенный пояс Казахстана, замыкающийся в Срединном Тянь-Шане [1], контур эпикаледонской Центрально-Казахстанской платформы по В. Гаврилову [2], охватывающий территорию Срединного Тянь-Шаня, схемы типов фундамента и тектонического районирования палеозойд Казахстана [3], так же, составляют с территорией Срединного Тянь-Шаня единое целое. И, наконец, Казахстан, по количеству типов (8) медных месторождений, возрастному интервалу их формирования и общему количеству крупных и средних медных месторождений (почти 100), можно считать главной меденосной провинцией в Центральной Азии. Особенно богат медными месторождениями Центральный Казахстан, где преобладают месторождения медно-порфирирового типа средневерхнепалеозойского возраста. Имеются крупные медно-порфирировые месторождения силурийского возраста в Южном Казахстане – Айдарлы, Актогай и менее крупные – Кызылкия, Коксай, Восток III, Каскырмыс.

Узбекистан по разведанным промышленным запасам и уровню добычи меди занимает второе, после Казахстана, место в Центральной Азии. На территории республики известно несколько сотен проявлений меди четырех типов: золото-медно-порфирирового, золото-медно-колчеданного, медно-скарнового, жильно-кварцево-медного, но только первый из них имеет практический интерес, поскольку крупнейшие промышленные запасы золото-медно-порфирировых руд установлены только в Алмалыкском рудном районе. Этот район расположен в пределах северо-западных отрогов Кураминского хребта, т.е. на территории Срединно-Тяньшаньской микроплиты, составляющей южную часть Казахско-Киргизского микроконтинента.

Алмалыкское рудное поле с гигантским золото-медно-порфирировым месторождением Большой Алмалык состоит из нескольких сближенных рудных участков (Кальмакыр, Дальнее, С-3 Балыкты, Карабулак) с самым высоким для крупнейших медно-порфирировых месторождений мира содержанием золота – 0,6 у.ед./т. Изолиния 0,15% меди объединяет все месторождения Алмалыкского рудного поля единым контуром, вытянутым в С-З направлении на 3,5 km при ширине 1,3 km. Запасы месторождения 2 млрд. t руды с содержанием: Cu-0,4%, Au-0,6 у.ед./t, Ag-2,5 у.ед./t, Mo-0,06%, не считая Pb, Zn, Cd, Se, Te, Re в виде попутной товарной продукции.

Месторождение Большой Алмалык изучалось многими исследователями, опубликовавшими с десяток монографий и сотни научных статей, составивших научную базу для создания единой комплексной модели развития Алмалыкской рудно-магматической системы. Она включает формирование 4 типов месторождений:

1. Золото-медно-порфирировый, давший всю медь и 95% золота.
2. Эпитермальный золото-серебряный, давший не более 5% в общем балансе добываемого в Алмалыке золота.
3. Золото-сульфидно-(пирит)-кварцевый, линзообразные рудные тела которого залегают в андезитах  $C_2$ .
4. Свинцово-цинково-скарновый в карбонатных породах  $D_2 - C_1$  при прорывании их интрузиями повышенной щелочности.

Указанные типы месторождений являются частями единой золото-медно-порфирировой системы. Установлена их четкая вертикальная и горизонтальная зональность. На глубине и в центре находятся золото-медно-порфирировые месторождения в связи с интрузивами монционито-диоритового состава  $C_1-C_2$  возраста, которые прорываются штоками и дайками того же состава. Там, где сохранились блоки карбонатных пород  $D_2-C_1$ , контактирующих с интрузивами монциодiorитов, образуются известковые и магнезиальные скарны с наложенной свинцово-цинковой минерализацией. Все упомянутые выше породы перекрываются андезитами  $C_2^2$ . В них в верхней и периферической частях рудообразующей системы, находятся эпитермальные золото-серебряные месторождения. Разработанные на основе детального изучения месторождений Большого Алмалыка петролого-минералого-геохимические критерии могут быть использованы для поисков скрытого медно-порфирирового оруденения на западном продолжении транзитного магмоподводящего Ангрен-Чаткальского глубинного разлома.

#### Список литературы:

1. Бекжанов Г.Р. Кошкин В.Я., Никитченко И., Скрынник Л.И., Азизов Т.М., Тимуш А.В. / Бекжанов Г.Р. и др – Алматы: Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан, 2000- с.396
2. Гаврилов В.К. Феноменальные структуры Земли / Гаврилов В.П. - Москва: Наука, 1978- с.143
3. Голованов И.М. Меднорудные месторождения Западного Тянь-Шаня. -Т.: ФАН, 1978. -262 с.
4. Курчавов А.М. Проблема геодинамической обстановки формирования девонского континентального магматизма Казахстана, Средней Азии, Западной Сибири /Курчавов/ Тектоника неогей: общие и региональные аспекты. Т.1-Москва; ГЕОС, 2001- с.351-354

# ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВОСТОЧНОГО БОРТА КАРЬЕРА МУРУНТАУ С РАЗМЕЩЕННЫМ НА НЁМ КОМПЛЕКСОМ КНК-270

Султанов К.С., главный научный сотрудник Института механики и сейсмостойкости сооружений АН РУз, доктор физ.- мат. наук, профессор; Халикулов Э.Х., директор Центрального рудоуправления НГМК; Логинов П.В., младший научный сотрудник Института механики и сейсмостойкости сооружений АН РУз.

*Maqolada Muruntau karyerining Sharqiy borti va undagi joylashgan KНК-270 kompleksining avval bajarilgan nazariy tadqiqotlar asosida aniqlangan kuchlanish-deformatsiya xolatlari taxlili asosida KНК-270 kompleksining barqaror va xavfsiz ishlashini ta minlash uchun ishlab chiqilgan xulosalar va takliflar keltirilgan.*

*Tayanch iboralar: kuchlanish deformatsiya xolati, dinamik kuchlar, seysmik kuchlar, avariya xolati, monitoring.*

*This article proposes some suggestions and conclusions on stable and safe operation of KНК-270 based on the analysis results of stress-strain state of Eastern side of Muruntau open pit with KНК-270.*

*Keywords: stress- strain state, dynamic loads, seismic loads, emergencies, monitoring.*

Анализ результатов инструментальных записей динамических нагрузок [1], возникающих в условиях ведения горных работ и результатов теоретических исследований и расчётов напряжённо-деформированного состояния горного массива Восточного борта карьера Мурунтау на эти динамические нагрузки показывают, что устойчивость Восточного борта карьера Мурунтау, на котором расположен круто-наклонный конвейер КНК-270 затруднена из-за неодинаковой способности массива горных пород оказывать сопротивление распространению упругих волн в разных направлениях от источника динамических нагрузок. Массив горных пород нарушен из-за постоянных внешних воздействий.

В разрезе Восточного борта карьера Мурунтау преобладают алевролиты углеродистого и слюди-сто-кварцевого состава с линзами и прослойками сланцев различного состава, вследствие чего как сам участок борта, так и комплекс КНК, находящиеся на некотором расстоянии от центра ожидаемых нагрузок, в различной степени могут подвергаться динамическому воздействию.

Для обеспечения устойчивости и работоспособности комплекса КНК-270 и борта карьера необходимо постоянное проведение научно-практических исследований и инструментального наблюдения при различного рода нагрузок.

Кроме этого, дополнительная сложность в данном случае состоит в том, что в распоряжении карьера Мурунтау пока находится ограниченное число инструментальных точек наблюдений за динамическими нагрузками от удаленных очагов этих нагрузок.

Расчёты показывают [2-5], что рассматриваемый Восточный борт карьера (рис. 1) на всю его высоту имеет коэффициент запаса в пределах 1,4 – 1,75 при допустимой величине  $n = 1,3$ . Для групп уступов общей высотой 270 м коэффициент запаса составляет  $n = 1,95-2,3$ . Вероятность возникновения крупномасштабных деформаций, согласно этим расчётам отсутствует. Однако на отдельных уступах по трассе конвейерной линии в местах размещения опор № 6, 7 и 8 (рис. 1) могут развиваться локальные деформации, что приведет к смещению и может вызвать осложнения в работе КНК-270.

Для разработки комплексного научно-практического метода оценки надежности и безопасности эксплуатируемого КНК-270 необходимы мониторинговые системы наблюдений за состоянием этого комплекса. Они предназначены для выполнения широкого круга задач: исследования перемещений опор КНК-270, вибрации колебаний транспортируемой горной массы, т.е. величин, через которые непосредственно или расчетным путем выражаются критерии безопасности и надежности этого комплекса, а также оценки напряженно-деформированного состояния и разработки прогнозных моделей.

В целом, анализ результатов [1-6] теоретических и практических исследований показывают, что динамические нагрузки, возникающие от массовых взрывов на карьере Мурунтау и зафиксированные на сейсмостанциях карьера с амплитудой ускорения  $A_{\max} = 200 \text{ mm/s}^2$  и частотой около  $w = 7-8 \text{ s}^{-1}$ , составляют 10% от возможной сейсмической нагрузки, возникающей в этом районе сейсмического риска. Исходя из этого можно заключить, что

взрывные нагрузки для Восточного борта с комплексом КНК-270 практически опасности не представляют.

Однако, с учётом возможных структурных изменений горного массива, постоянный мониторинг устойчивости Восточного борта, его уступов, а также фундаментов и опор и самой конструкции КНК-270 (рис. 1) при воздействии взрывных и не только взрывных нагрузок, необходимо.

По определению напряжённно-деформированного состояния Восточного борта карьера Мурунтау с размещёнными на них инженерными сооружениями комплекса КНК-270 проведены следующие работы [1-7]:

- определены и уточнены, на основе существующих в НГМК, а также научной литературе, фактические геометрические параметры Восточного борта, физико-механические характеристики горных пород, горно-механическое состояние Восточного борта;

- определено напряжённно-деформированное состояние горного массива Восточного борта под действием гравитационных сил (собственного веса) с учётом реальных горно-механических состояний Восточного борта и физико-механических свойств горной породы;

- определены на основе проектных данных, имеющихся в НГМК, геометрические параметры и технические характеристики комплекса КНК-270, необходимые для проведения расчётов напряжённно-деформированного состояния опор и самой конструкции КНК;

- определены напряжённно-деформированные состояния всех 12 уступов Восточного борта, опор стоек КНК-270, на которых установлены секции конструкции КНК-270, под действием собственного веса горного массива;

- определено напряжённно-деформированное состояние Восточного борта карьера Мурунтау и его уступов под действием собственного веса плюс веса комплекса КНК-270, передаваемое через опоры на Восточный борт с учётом веса горной породы транспортируемой по КНК-270;

- определены динамические нагрузки, исходя из инструментальных записей сейсмической станции, находящиеся на верхнем уровне Восточного борта, а также фиксирующие параметры колебаний горного массива от массовых взрывов на контуре карьера Мурунтау и от функционирования комплекса КНК-270;

- определены законы изменения динамических нагрузок, амплитуды и частоты изменения взрывных, технологических и сейсмических нагрузок на основе практических исследований и на основе методов сейсмического микрорайонирования;

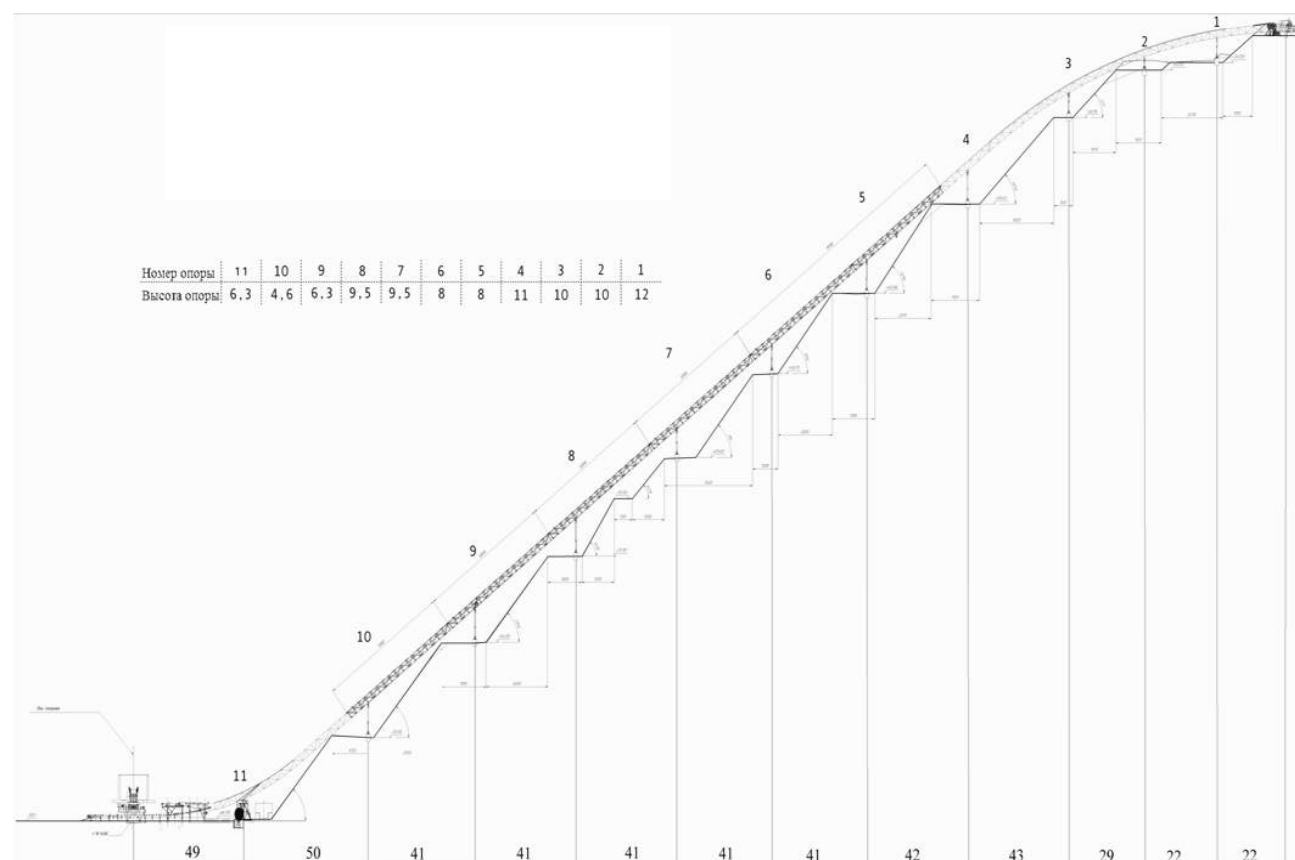


Рис. 1. Восточный борт карьера Мурунтау с размещенным на нем комплексом КНК-270 (расстояние между опорами и высота опор в м)

- определены формы и собственные частоты колебаний горного массива Восточного борта на основе разработанной программы для ЭВМ с использованием численного метода конечных элементов (МКЭ);

- определены параметры колебаний Восточного борта при действии динамических нагрузок, возникающих в условиях ведения горных работ на карьере Мурунтау, а именно, при воздействии динамических нагрузок, возникающих при массовых взрывах и технологических нагрузок, возникающих в результате функционирования КНК-270;

- определены параметры колебания опор и самой конструкции КНК-270, а также горного массива Восточного борта при воздействии возможных сейсмических нагрузок;

- определены силовые факторы на опорах и секциях конструкции КНК-270 при статических и динамических нагружениях.

Как отмечено выше, результаты теоретических исследований напряжённо-деформированного состояния горного массива Восточного борта, а также опор и самой конструкции КНК-270 при воздействии динамических нагрузок, возникающих в условиях ведения горных работ на карьере Мурунтау и возможных сейсмических нагрузок показывают, что данные нагрузки не могут нарушать устойчивость комплекса КНК-270.

Вместе с тем, результаты исследований [1-7] также показывают, что собственные частоты колебаний опор и конструкции КНК-270 лежат в диапазоне изменения частот динамических и сейсмических нагрузок. Это обстоятельство говорит о том, что при совпадении частот свободного колебания конструкции КНК и динамической (сейсмической) нагрузки могут возникнуть резонансные явления, что представляет наибольшую опасность для комплекса КНК-270.

Для предупреждения и предотвращения наступления резонансного случая, т.е. аварийного состояния и обеспечения бесперебойной работы комплекса КНК-270 рекомендуется:

1. Создать и внедрить на комплексе КНК-270 систему мониторинга вибраций и колебаний опор и самой конструкции круто-наклонного конвейера КНК-270, позволяющей своевременно выявлять и предупреждать возникновение критических ситуаций в условиях ведения горных работ на карьере Мурунтау.

2. Система мониторинга постоянно должна следить за параметрами колебаний опор и самой конструкции КНК-270, а также параметрами колебаний Восточного борта.

3. На основе полученных данных по записям параметров колебаний Восточного борта с комплексом КНК-270 создать базу данных инструментальных наблюдений для проведения постоянного

анализа работы КНК-270 и устойчивости горного массива Восточного борта с уступами.

4. Система мониторинга в случае приближения амплитуды колебаний ускорений динамических нагрузок к критическому значению  $P_{кр} = 300 \text{ см/с}^2$ , а также в случае непрерывного роста амплитуды колебаний опор и секции конструкции КНК-270 немедленно подает звуковой или другой сигнал о приближении аварийной ситуации (наступления резонансного состояния).

5. При получении аварийного сигнала оператор КНК-270 немедленно начинает снижать скорость передвижения по конвейеру горной породы до полной его остановки.

6. После прекращения действия динамической нагрузки производится осмотр технического состояния опор и самой конструкции КНК-270, а также состояния уступов Восточного борта.

7. На основании результатов осмотра комплекса КНК-270 принимается решение о возобновлении работы конвейера КНК-270.

8. Записи параметров колебаний, полученных на системе мониторинга, анализируются, выявляются причины наступления резонансного явления или иного критического состояния, и принимаются заключения и рекомендации о предотвращении подобных случаев в будущем.

9. На основе данных анализов создаются базы данных критических ситуаций на комплексе КНК-270 для проведения с учётом этих данных научно-исследовательских работ по обеспечению устойчивой и безопасной работы КНК-270.

На основе анализа результатов практических исследований динамических нагрузок, возникающих в условиях ведения горных работ на карьере Мурунтау, и теоретических исследований напряжённо-деформированного состояния опор и самой конструкции КНК-270, а также Восточного борта карьера Мурунтау, заключаем:

1. На основе анализа инструментальных записей динамических нагрузок, возникающих от массовых взрывов на карьере Мурунтау и от функционирования самого комплекса КНК-270 установлено, что под действием этих нагрузок устойчивость Восточного борта с комплексом КНК-270 не нарушается.

2. Анализом напряжённо-деформированного состояния Восточного борта и опор самой конструкции КНК-270 при действии статических и динамических нагрузок установлено, что под действием рассмотренных нагрузок прочность и устойчивость опор и самой конструкции КНК-270, а также Восточного борта карьера Мурунтау сохраняется.

3. Установлено, что динамические нагрузки, возникающие от массовых взрывов на карьере Мурунтау, по амплитуде на склоне Восточного борта составляют 10% от возможных сейсмических нагрузок. Поэтому динамические нагрузки от массовых взрывов, осуществляемых на контуре карьера

Мурунтау, особой опасности для Восточного борта с комплексом КНК-270 не представляют.

5. Для предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения бесперебойной работы комплекса

КНК-270 в целом необходимы непрерывные инструментальные наблюдения за параметрами вибраций и колебаний опор и самой конструкции КНК-270.

**Список литературы:**

1. Халикулов Э.Х., Султанов К.С., Логинов П.В. Влияние динамических нагрузок на КНК-270 и технологических – на горный массив борта карьера от КНК-270 // Горный вестник Узбекистана, - Навои, 2013. - №1. – с. 21-24
2. Халикулов Э.Х., Султанов К.С., Руми Д.Ф. Динамические характеристики КНК-270/3500 при возникающих воздействиях в условиях карьера Мурунтау // Горный вестник Узбекистана, - Навои, 2012. - №3. – с. 58-61
3. Халикулов Э.Х., Султанов К.С., Салямова К.Д., Руми Д.Ф., Умаров Ф.Я. Устойчивость северо-восточного борта карьера Мурунтау с комплексом КНК-270/3500 // Горный вестник Узбекистана, - Навои, 2012. - №3. – с. 61-65
4. Халикулов Э.Х., Султанов К.С., Руми Д.Ф., Логинов П.В. Устойчивость бортов карьера Мурунтау от воздействия динамических нагрузок // Горный вестник Узбекистана, - Навои, 2012. - №4. – с. 85-88
5. Халикулов Э.Х., Султанов К.С., Логинов П.В. Устойчивость Восточного борта с комплексом КНК карьера Мурунтау при воздействии динамических нагрузок // г. Навои, Сборник материалов VI Международной научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития», 14-16 мая, 2013. – с. 95-97
6. Халикулов Э.Х., Султанов К.С., Руми Д.Ф., Логинов П.В. Устойчивость уступов борта карьера Мурунтау с учетом нагрузок от КНК-270 // Горный вестник Узбекистана, - Навои, 2013. - №2. – с. 102-105
7. Султанов К.С., Салямова К.Д., Вечкина Е.А., Логинов П.В., Абдураимов У.К. Устойчивость грунтовых массивов с учётом неупругих свойств среды при воздействии динамических нагрузок// г. Навои, Сборник материалов VI Международной научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития», 14-16 мая, 2013. – с. 28-30

УДК 624.131.53

© Султанов К.С., Халикулов Э.Х., Логинов П.В. 2013 г.

## КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОПОР И КОНСТРУКЦИИ КНК-270

Султанов К.С., главный научный сотрудник Института механики и сейсмостойкости сооружений АН РУз, доктор физ.-мат. наук, профессор; Халикулов Э.Х., директор Центрального рудоуправления НГМК; Логинов П.В., младший научный сотрудник Института механики и сейсмостойкости сооружений АН РУз.

*Maqolada avval bajarilgan nazariy va amaliy tadqiqotlar natijalarini xar tomonlama taxlili asosida KНК-270 tik -qiya konveyerining tayanchlari va konstruksiyasi kuchlanish - deformatsiya xolatini baxolovchi va KНК-270 konveyerini barqaror va tam'onlovchi kompleks model tavsiya etilgan.*

*Tayanch iboralar: kuchlanish deformatsiya xolati, dinamik kuchlar, seysmik kuchlar, avariya xolati, monitoring.*

*This article proposes an integrated model of stable and safe operation of KНК-270 and assessment of stress-strain state of supports and KНК-270 design based on the thorough analysis of results of theoretical and practical research which was conducted earlier.*

*Keywords: stress - strain state, dynamic loads, seismic loads, emergencies, monitoring.*

Обеспечение бесперебойного и безопасного функционирования уникального в мире комплекса КНК-270 требует всестороннего исследования напряжённно-деформированного состояния горного массива Восточного борта карьера Мурунтау с размещёнными на нём инженерными сооружениями комплекса КНК-270, с учётом реального горно-механического состояния Восточного борта и физико-механических характеристик горных пород при действии динамических

нагрузок, возникающих в условиях длительного ведения горных работ на карьере Мурунтау [1-8].

Для решения поставленной задачи были проведены теоретические и практические исследования по определению параметров всех динамических (включая сейсмические) нагрузок, возникающих на карьере Мурунтау, и напряжённно-деформированного состояния Восточного борта, а также опор и самой конструкции КНК-270 [3, 8].

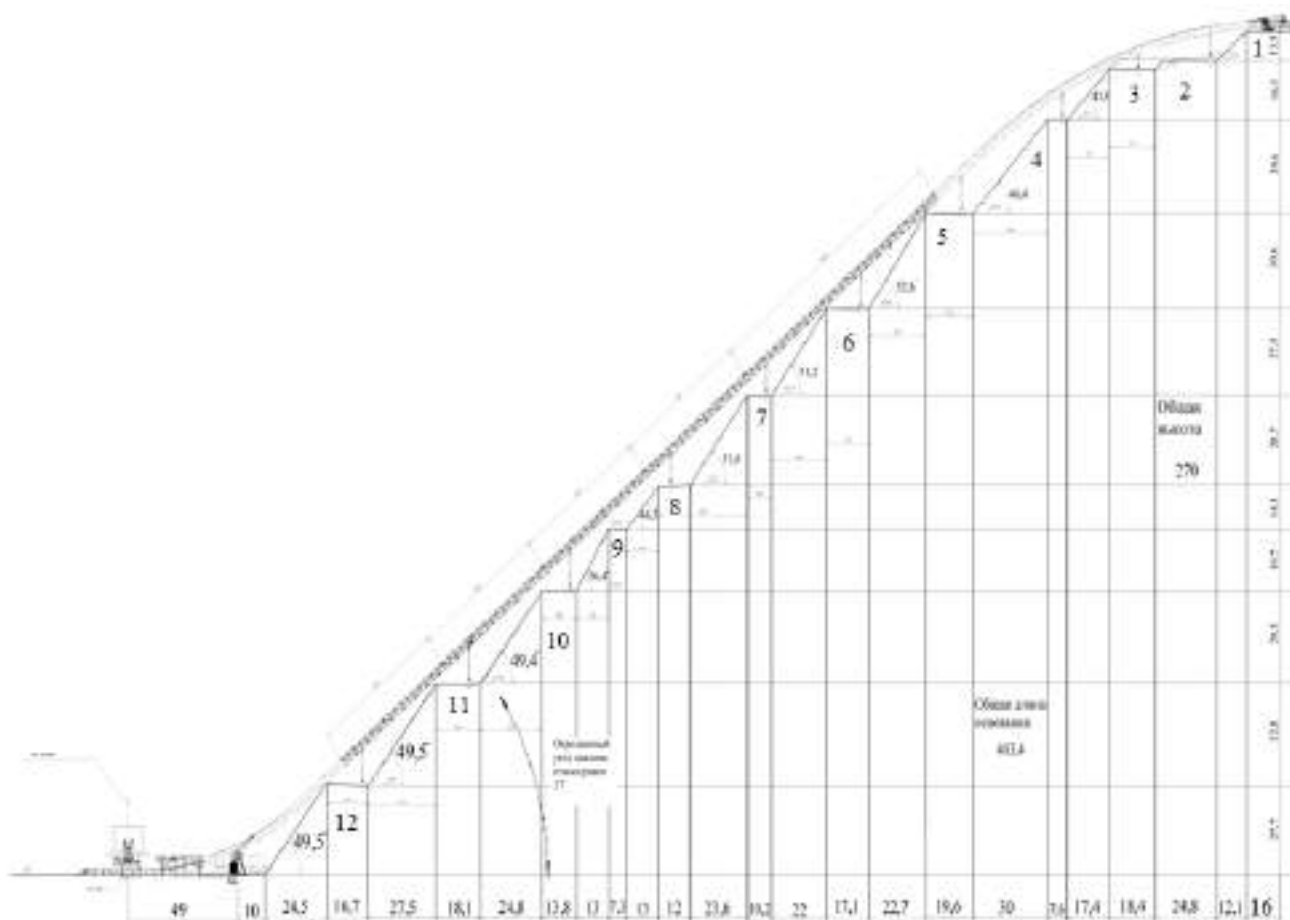


Рис. 1. Геометрия склона и уступов Восточного борта карьера Мурунтау с размещенным на нем комплексом КНК-270 (в м)

На основе решения поставленных задач с помощью разработанных программ на ЭВМ получены основные прочностные характеристики Восточного борта и конструкции КНК-270 расчётным путём.

Полученные напряжённо-деформированные состояния Восточного борта и конструкции КНК-270 (рис. 1) позволяют разработать комплексную модель напряжённо-деформированного состояния Восточного борта карьера с комплексом КНК-270, основанную на системе постоянного непрерывного мониторинга за горно-механическим состоянием Восточного борта с его уступами и за техническим состоянием комплекса КНК-270 с помощью современных средств управления и контроля.

Комплексная модель определения оценки напряжённо-деформированного состояния и через нее оценка в целом устойчивости Восточного борта карьера Мурунтау, на склоне которого расположен крутонаклонный конвейер КНК-270, а также определение и оценка напряжённо-деформированного состояния опор и конструкции КНК-270 состоит из отдельных составных частей (рис. 2).

В соответствии с предложенной структурой комплексной модели напряжённо-деформированного состояния КНК-270, основными структурными частями являются:

- устойчивое горно-механическое состояние Восточного борта и его уступов;
- устойчивое прочностное состояние опор, их оснований, фундаментов и самой конструкции КНК-270;
- постоянное инструментальное наблюдение с помощью маркшейдерских методов за состоянием Восточного борта и его уступов, а также с помощью сейсмо- и вибродатчиков за состоянием опор и конструкции КНК-270.

Расчёты, проведённые ранее [3-8], показывают, что в целом в настоящее время горный массив Восточного борта со всеми уступами на его склоне, а также конструкции инженерного комплекса КНК-270 является устойчивым.

В [6] установлено, что колебания Восточного борта при массовых взрывах на карьере Мурунтау подчиняются следующим законам изменения динамической нагрузки на фундамент и опоры КНК-270 в виде:

$$\begin{aligned} A_x &= A_{xmax} \sin(2\pi\omega_{ix}t) \\ A_y &= A_{ymax} \sin(2\pi\omega_{iy}t) \\ A_z &= A_{zmax} \sin(2\pi\omega_{iz}t) \end{aligned} \quad (1)$$

где  $A_x, A_y, A_z$  - изменения ускорения колебаний динамических нагрузок на опоры КНК-270;

$A_{xmax}, A_{ymax}, A_{zmax}$  - амплитуды колебаний ускорения;

$\omega_{ix}$ ,  $\omega_{iy}$ ,  $\omega_{iz}$ , - частоты колебаний ускорения соответственно по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $t$  время.

Здесь по оси  $x$  (юг-север) происходят горизонтальные колебания, перпендикулярные к оси КНК-270. По оси  $y$  (запад-восток) происходят колебания нагрузок по оси КНК. По оси  $z$  происходят вертикальные колебания в направлении опор КНК.

Определение напряжённо-деформируемого состояния опор и самой конструкции КНК-270 при воздействии динамических нагрузок (1), возникающих от массовых взрывов на карьере Мурунтау, необходимо осуществлять на основе этих законов, предложенных на основе реальных записей параметров колебания горного массива Восточного борта при массовых взрывах.

Анализ данных по динамическим нагрузкам, возникающим от функционирования комплекса КНК-270 показал, что законы изменения технологических нагрузок также имеют вид (1). Установлено, что возможные сейсмические нагрузки также изменяются по уравнениям (1).

Сопоставительный анализ динамических нагрузок [6], возникающих от возможных землетрясений в районе месторождения Мурунтау, от массовых взрывов в карьере Мурунтау и от функционирования самого КНК-270 показывает, что самыми значительными из них являются возможные сейсмические нагрузки с амплитудой и с частотой  $0,2 \text{ s}^{-1}$ . Однако вероятность сейсмической нагрузки низкая. Массовые взрывы на карьере Мурунтау создают динамические нагрузки с амплитудой ускорения  $A_{max} = 100 - 200 \frac{mm}{s^2}$  и с частотой  $7 - 8 \text{ s}^{-1}$ . Эти динамические нагрузки периодически регулярные. Технологические нагрузки являются самыми незначительными. Они имеют наименьшие амплитуды  $A_{max} = 20 - \frac{30mm}{s^2}$  и высокие частоты колебания  $10 - 15 \text{ s}^{-1}$ . Однако технологические нагрузки постоянны, и они вызывают колебания КНК в опасных направлениях, т.е. по вертикали и горизонтали, перпендикулярно к оси КНК.

Исходя из этого, производились расчёты опор и самой конструкции КНК-270 на прочность и устойчивость на все три основных вида динамических нагрузок [3-8].

Определение напряжённо-деформированного состояния или силовых факторов, возникающих на опорах и самой конструкции КНК-270, осуществляется воздействием динамических нагрузок, возникающих в условиях ведения горных работ на карьере Мурунтау [4, 7].

Напряжённо-деформированное состояние Восточного борта и его уступов определялось под действием собственного веса горного массива с учётом реальных физико-механических характеристик горной породы с применением численного метода конечных элементов [3, 5, 8].

Горный массив считался в первом приближении упругой средой.

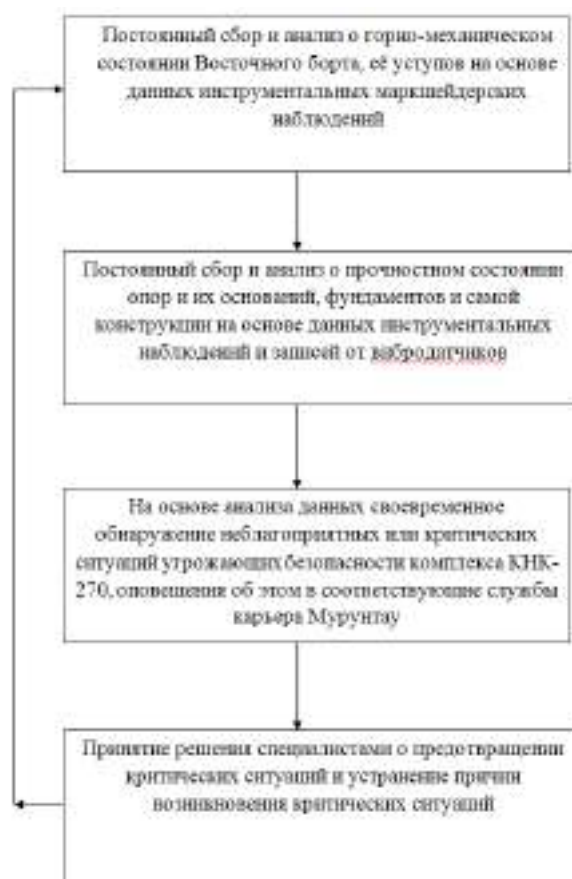


Рис. 2. Структура комплексной модели напряжённо-деформированного состояния КНК-270

Как показали результаты расчётов, при фактических геометрических и физико-механических параметрах горный массив Восточного борта под действием собственного веса является устойчивым. Однако устойчивое состояние Восточного борта, на котором расположен комплекс КНК-270, требует постоянного контроля, т.е. мониторинга горно-механического состояния Восточного борта, что требует постоянных инструментальных наблюдений.

Кроме этого, разработанные программы расчёта напряжённо-деформированного состояния позволяют на основании данных инструментальных наблюдений, а также новых данных о физико-механическом, структурном состоянии Восточного борта периодически производить контрольные расчёты по определению напряжённо-деформированного состояния и, следовательно, устойчивости Восточного борта.

На основании результатов расчётов, в случае выявления неустойчивых зон, особенно по линии расположения КНК-270, принимаются соответствующие меры и работы по предотвращению аварийных ситуаций.

Результаты расчётов напряжённо-деформированного состояния и устойчивости горного массива Восточного борта с учётом собственного веса комплекса КНК-270 показали, что собственный вес КНК-270 с

горной породой не оказывает существенного влияния на устойчивость Восточного борта.

Согласно анализам, проведённым на основе результатов теоретических расчётов напряжённо-деформированного состояния, все 12 уступов Восточного борта, на которых установлены фундаменты и опоры КНК-270, также являются устойчивыми [8].

Устойчивость уступов также нуждается в периодическом контроле их напряжённо-деформированного состояния теоретическими расчётами на основе новых данных об их горно-механическом состоянии, что является также частью комплексной модели напряжённо-деформированного состояния Восточного борта.

Параметры колебаний горного массива Восточного борта при воздействии динамических нагрузок, определённые на основе записей сейсмометрической службы карьера Мурунтау, показывают, что горный массив Восточного борта является в целом устойчивым при воздействии взрывных, технологических и сейсмических нагрузок. При этом параметры взрывных и технологических нагрузок выбраны из самых максимальных значений, зарегистрированных при ведении горных работ на карьере Мурунтау. Сейсмические

нагрузки определены исходя из 7-бальности сейсмического риска района карьера Мурунтау.

Определение параметров колебания фундаментов, опор и самой конструкции КНК-270, динамических характеристик системы фундамент-опора, ее форм и частот собственных колебаний является важным моментом динамического расчета, поскольку позволяет прогнозировать поведение системы при динамических воздействиях.

В целом, в настоящее время горно-механическое состояние Восточного борта карьера Мурунтау с комплексом КНК-270 является устойчивым при воздействии взрывных нагрузок, возникающих от массовых взрывов на контуре карьера, а также при воздействии технологических нагрузок, возникающих от функционирования самого КНК-270 и при воздействии возможных сейсмических колебаний, возникающих в районе месторождения Мурунтау как в 7 бальной зоне риска землетрясений. Результаты расчетов также показывают, что необходим постоянный мониторинг за горно-механическим состоянием Восточного борта с размещенным на нем комплексом КНК-270 для обеспечения бесперебойной, безопасной и устойчивой работы КНК-270.

#### Список литературы:

1. Санакулов К.С., Шеметов П.А. Развитие циклично-поточной технологии в транспортной системе глубоких карьеров с применением крутонаклонных конвейеров // Горный вестник Узбекистана. - Навои, 2011. - №2. - с. 14-18.
2. Санакулов К.С., Шеметов П.А., Киченко В.И. Особенности технологии монтажа крутонаклонного конвейера // Горный вестник Узбекистана. - Навои, 2011. - №2. - с. 18-26.
3. Халикулов Э.Х., Султанов К.С., Салямова К.Д., Руми Д.Ф., Умаров Ф.Я. Устойчивость северо-восточного борта карьера Мурунтау с комплексом КНК-270/3500 // Горный вестник Узбекистана. - Навои, 2012. - №3. - с. 61-65
4. Халикулов Э.Х., Султанов К.С., Руми Д.Ф. Динамические характеристики КНК-270/3500 при возникающих воздействиях в условиях карьера Мурунтау // Горный вестник Узбекистана. - Навои, 2012. - №3. - с. 58-61
5. Халикулов Э.Х., Султанов К.С., Руми Д.Ф., Логинов П.В. Устойчивость бортов карьера Мурунтау от воздействия динамических нагрузок // Горный вестник Узбекистана. - Навои, 2012. - №4. - с. 85-88
6. Халикулов Э.Х., Султанов К.С., Логинов П.В. Влияние динамических нагрузок на КНК-270 и технологических – на горный массив борта карьера от КНК-270 // Горный вестник Узбекистана. - Навои, 2013. - №1. - с. 21-24
7. Халикулов Э.Х., Султанов К.С., Логинов П.В., Устойчивость Восточного борта с комплексом КНК карьера Мурунтау при воздействии динамических нагрузок // г. Навои, Сборник материалов VI Международной научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития», 14-16 мая, 2013. - с. 95-97
8. Халикулов Э.Х., Султанов К.С., Логинов П.В. Влияние динамических нагрузок на КНК-270 и технологических – на горный массив борта карьера от КНК-270 // Горный вестник Узбекистана. - Навои, 2013. - №1. - с. 21-24

УДК 528.335:629.78

© Бекбаев Г.К. 2013 г.

## МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СПУТНИКОВЫХ ПРИЕМНИКОВ ПРИ СОЗДАНИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ СЕТЕЙ СГУЩЕНИЯ

Бекбаев Г.К., директор Центрального аэрогеодезического предприятия ГК РУз по земельным ресурсам, геодезии, картографии и государственному кадастру

*Quyuyqlashish tarmoqlarni yaratish va ta'mirlashda geodezik yuldosh qurilmalarning qullanilish metodikasi keltirilgan bo'lib u asosiy texnologik talablar bo'yicha loyihalashtirish, dala o'lchamlarini amalga oshirish, ularni qayta ishlash va hisoblashda qullaniladi.*

*Tayanch iboralar: loyihalash, maydonni o'lchash, geodezik yuldosh qurilmalari, global yuldosh navigatsiya tizimlari.*

*The method of use of geodetic satellite receivers in the course of development and reconstruction of fine grids is presented in this article. It helps to establish order and basic process design requirements, make field measurements, process and calculate them.*

*Keywords: design, field measurements, geodetic networks of a condensation, global satellite navigation systems.*

Методика устанавливает порядок и основные технологические требования проектирования, выполнения полевых измерений, их обработки и предварительных уравнивательных вычислений при создании и реконструкции геодезических сетей сгущения, в том числе, разрядных и съёмочных на основе использования глобальных спутниковых навигационных систем (СНС) GPS NAVSTAR (США) и ГЛОНАСС (Россия). В настоящей статье изложены технологические требования проектирования полевых измерений [1-4].

Спутниковые навигационные системы GPS (параллельное название NAVSTAR – NAVigation Satellite Timing And Ranging) и ГЛОНАСС (ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система) применяются для решения навигационных и геодезических задач, а также для точного временного обеспечения пользователей системы. В данной статье рассматривается только геодезическое применение геодезических сетей сгущения (ГСС) при создании и реконструкции сетей сгущения.

GPS и ГЛОНАСС работают в гринвичской пространственной прямоугольной геоцентрической системе координат. Начало координат расположено в центре масс Земли. Ось Z направлена на условный земной полюс, соответствующий среднему за 1900-1905 гг. его положению, принятому в качестве Международного условного начала. Ось X лежит на пересечении экватора и плоскости гринвичского меридиана, ось Y в плоскости экватора дополняет систему координат до правой. Системы координат GPS и ГЛОНАСС определены независимо друг от друга и отличаются между собой: GPS работает в системе координат WGS-84 (World Geodetic System, 1984 г.), ГЛОНАСС – в системе координат ПЗ-90 (Параметры Земли, 1990 г.). Эти системы основаны на разных эллипсоидах. Параметры эллипсоидов приведены в табл. 1.

В СНС координаты наземных пунктов определяются способом обратной пространственной линейной засечки, где измеряются искаженные погрешностями дальности (так называемые псевдодальности) от приемника до спутника. Псевдодальности определяются на основе беззапросных измерений по дальномерным кодам и сдвигам фаз несущих частот (доплеровский сдвиг частот, доплеровский эффект): приемник принимает электромагнитные колебания со спутника, сравнивает их с выработанными в приемнике и определяет дальность до спутника. Источники погрешностей при измерениях следующие: ошибки эфемерид,

ошибки часов спутника и приемника и их несинхронность, атмосферные влияния (ионосферы и тропосферы), многопутность (multipath) сигнала (искажение принимаемого сигнала при его отражении от какой-либо поверхности), собственные шумы приемника и другие. Для исключения погрешностей координаты вычисляются по измерениям от нескольких (трех-четырёх) спутников.

Точность такого абсолютного определения координат для гражданских пользователей 25-100 м (так называемый навигационный режим). Для геодезического применения СНС используется относительный метод определения координат.

Технология относительного метода определения координат местоположения (относительного позиционирования) заключается в одновременном выполнении спутниковых измерений двумя (и более) приемниками.

Так, если один приемник установлен на пункте с известными координатами, а другой – на определяемом, то в результате спутниковых измерений можно получить пространственные координаты второго пункта. Если оба приемника установлены на пунктах с неизвестными координатами, то можно получить приращение координат и вычислить расстояние между ними. Применение этого метода позволяет определить пространственный вектор (baseline) между пунктами с точностью  $5 \text{ mm} + 1 \times 10^{-6} D \text{ mm}$ , где D – расстояние в мм.

Применение относительного метода для определения координат позволяет измерять векторы между пунктами в миллиметровом диапазоне точности. В соответствии с этим предъявляются требования к точности исходной планово-высотной основы.

Для развития Государственной съёмочной сети (ГСС) и специальных сетей в качестве исходной основы используются пункты со средней квадратической погрешностью взаимного положения не более  $5 \text{ mm} + 2 \times 10^{-7} D \text{ mm}$  для каждой плановой координаты

Таблица 1

Параметры эллипсоидов спутниковых навигационных систем

Система координат	Полуось a, м	Сжатие
WGS-84	6 378 137	1 : 298,257223563
ПЗ-90	6 378 136	1 : 298,257839303

и  $7 \text{ mm} + 3 \times 10^{-7} D \text{ mm}$  для геодезических высот. Этим требованиям удовлетворяет Спутниковая геодезическая сеть (СГС-1), которая будет создана в будущем. До построения СГС-1 допускается использовать в качестве исходной основы пункты существующей астрономо-геодезической сети (АГС).

На объектах площадью до  $100 \text{ km}^2$  количество пунктов исходной плановой сети должно быть не менее трех. Исходные пункты должны быть равномерно распределены по границе объекта. Расстояние между ними должно быть не более  $60 \text{ km}$ . Максимальное удаление от границы объекта не должно превышать  $40 \text{ km}$ . Дополнительные (избыточные) исходные пункты могут располагаться внутри объекта работ. При большей площади объекта число пунктов исходной плановой сети пропорционально увеличивается. В сетях вытянутой формы исходные пункты должны располагаться в начале, середине и конце сети. Расстояние между ними должно быть не более  $60 \text{ km}$ .

В результате спутниковых измерений определяются геодезические высоты пунктов. Для перехода от геодезических высот к нормальным необходимо знать высоту квазигеоида (геоида) над эллипсоидом, который не является постоянной величиной из-за волнообразности поверхности геоида. Высоты геоида над эллипсоидом можно получить непосредственно на объекте работ путем выполнения спутниковых измерений на реперах существующей высотной сети (любого класса) или специальной привязки пунктов создаваемой сети к ней.

На объектах площадью до  $100 \text{ km}^2$  количество реперов исходной высотной сети должно быть не менее четырех, равномерно распределенных по границе объекта и внутри объекта. При большей площади объектов пропорционально увеличивается количество реперов исходной высотной сети. В горных районах, где сильно выражены вариации волн геоида, количество реперов исходной высотной сети должно быть увеличено в 1,5-2 раза. На объектах, имеющих вытянутую форму, расстояние между реперами исходной высотной сети должно быть не более  $5 \text{ km}$ , если ширина объекта не превышает  $5 \text{ km}$ . При большей ширине необходимо иметь дополнительные реперы нивелирования, расположенные по обеим сторонам объекта.

При создании и реконструкции геодезических сетей с применением спутниковой технологии геометрическая форма сети не влияет на точность определения координат. В случае использования результатов спутниковых измерений для определения геометрических элементов (длин линий и углов) в традиционных построениях (триангуляция, трилатерация, полигонометрия), необходимо соблюдать установленные соответствующими инструкциями требования к форме сети.

Уравнительные вычисления в таких сетях выполняются по обычным программам, применяемым в традиционных геодезических методах.

При использовании спутниковой технологии рекомендуется две основные схемы построения сетей: замкнутых геометрических фигур (полигонов) и радиальная.

Построение в виде замкнутых геометрических фигур представляет собой систему пунктов с определением векторов между ними таким образом, чтобы они образовали замкнутые геометрические фигуры (полигоны). Построение в виде радиальных сетей представляет собой систему пунктов с определением векторов между референсным приемником и мобильным приемником. Эти векторы считаются «висячими».

Для выполнения спутниковых измерений применяются следующие методы: статический (Static), быстростатический (Fast Static, Rapid Static), псевдокинематический (псевдостатический, реокупация) и кинематический. Статический метод предполагает, что измерения выполняются между двумя (и более) неподвижными приемниками продолжительный период времени. Быстростатический метод предполагает уменьшение времени наблюдений (до 5-10 мин.) в статическом методе за счет оптимального использования всех доступных качественных измерений при двух частотах. Обязательным условием является использование двухчастотных приемников.

Псевдокинематический метод предполагает уменьшение времени измерений по сравнению со статическим методом за счет совместного использования двух 5-10 минутных периодов наблюдений, разделенных часовым (и более) интервалом с тем, чтобы изменилось взаимное расположение наблюдаемых спутников. Кинематический метод предполагает выполнение одновременных наблюдений между неподвижным (референсным) и мобильным приемниками. Для выполнения метода необходимо на первом пункте выполнить так называемую инициализацию (решение неоднозначности) и при перемещении мобильных приемников между пунктами необходимо поддерживать постоянный захват 4-5 спутников. При потере захвата повторяется процедура инициализации. Метод имеет две разновидности: так называемые Stop & Go («Стой-Иди», «Остановка-Переезд») кинематика и кинематика в режиме реального времени (Real-Time Kinematic – RTK).

Stop & Go кинематика предполагает фиксацию антенны мобильного приемника на определяемых пунктах для выполнения измерений в течение около 1 мин. Real-Time Kinematic аналогична Stop & Go кинематике по технологии выполнения полевых работ, но различается по технологии обработки. RTK основана на передаче поправок в измерения псевдодальностей от референсного приемника к мобильному через устройство связи (радиомодем).

При совместной обработке измерений референсного и мобильного приемников определяются координаты пункта, на котором установлен мобильный

приемник. Результаты, в отличие от остальных методов, выдаются немедленно после выполнения измерений.

Точность измерений современными геодезическими спутниковыми приемниками зависит от типа приемника и выбранного метода измерений. Стандартные показатели точности приведены в табл. 2. Точность определения геодезических высот, как правило, в 1,5 раза ниже точности определения векторов.

Точность спутниковых измерений обеспечивается при нормальных условиях наблюдений, которые должны соответствовать следующим требованиям:

1. Минимальное количество наблюдаемых спутников – 4-5.

2. Значение DOP (Dilution Of Precision) не более 4 (или другое паспортное значение) на всем протяжении измерений.

3. Отсутствие невосстанавливаемых сбоев (пропусков циклов – Cycle Slip) при приеме спутниковых сигналов на всем протяжении измерений.

4. Минимальный угол возвышения наблюдаемых спутников над горизонтом – не менее 15°.

5. Отсутствие помех, препятствующих приему сигнала или искажающих сигнал (многопутность).

6. Нормальное атмосферное влияние.

Использование в сеансе измерений большего количества одновременно наблюдаемых спутников увеличивает объем измерений, что позволяет повысить достоверность и надежность определения векторов. Значение DOP учитывает взаимное геометрическое расположение спутников и места установки антенны на момент измерений. Меньшее значение указывает на хорошую геометрию и, следовательно, хорошие условия измерений.

Пропуски циклов – потери в измерениях целых длин волн фазы несущей частоты при временной потере захвата спутников. Задача обработки спутниковых измерений - выявить пропуски и исправить их. Большое количество неисправленных пропусков может привести к ошибочному определению векторов. Сигналы со спутников, находящихся при углах возвышения над горизонтом менее 15°, искажаются влиянием тропосферы. Многопутность влияет на фазовые и кодовые измерения и снижает точность определения векторов.

Выбор схемы построения сети, наличие и конкретная реализация методов зависит от типа и конструкции приемника, а также имеющегося программного обеспечения для обработки измерений.

Таблица 2

Стандартные показатели точности геодезических спутниковых приемников

Метод	Среднее расстояние между пунктами, km	Продолжительность сеанса	Абс. и отн. погрешность измерения расстояния	Примечание
Статический	До 20	Около 1 часа	5 mm + 1·10 <sup>-6</sup> D mm 1:100000 - 1:5000000	Для двухчастотного приемника
Быстростатический	До 10	5-10 мин.	5-10 mm + 1·10 <sup>-6</sup> D mm 1:100000 - 1:1000000	Для двухчастотного приемника
Псевдокинематический	До 10	20 мин. (2 раза по 10 мин)	10 mm + 1·10 <sup>-6</sup> D mm 1:50000 - 1:500000	Преимущественно для одночастотного приемника
Stop & Go	До 5	До 2 мин.	10-20 mm + 1·10 <sup>-6</sup> D mm 1:100000 - 1:1000000	
RTK	5-10 (в зависимости от радиомодема)	До 1 мин.	10-20mm	При наличии устройства связи (радио-

Проектирование и планирование работ осуществляется в следующем порядке.

Технический проект составляется на основании технического задания. Работа над техническим проектом начинается со сбора материалов ранее выполненных на объекте геодезических работ. В процессе сбора материалов геодезической изученности должны быть получены следующие сведения:

1. Материалы обследования пунктов существующих геодезических сетей.

2. Выписки из каталогов координат и высот пунктов, которые могут быть использованы в качестве исходных в проектируемой сети.

3. Абрисы и карточки закладки существующих пунктов.

4) Выписки из отчетов ранее выполненных работ, особенно касающиеся оценки точности.

5. Подробная справка о системах координат и высот, принятых на объекте работ.

Производится сбор и систематизация картографических (топографических) материалов соответствующего масштаба. На карты наносится местоположение всех существующих пунктов, которые предполагается включить или привязать к проектируемой сети. При этом необходимо оценить эти пункты применительно к нормальным условиям наблюдений для спутниковых измерений.

Выбор схемы построения проектируемой сети и методов спутниковых измерений зависит от назначения сети и ее точности. Выбор производится в соответствии с требованиями технического задания и материалов геодезической изученности.

Таблица 3

Параметры построения сети		
Параметры	Схема построения сети	
Класс создаваемой сети	3 и 4-й класс ГГС, городские каркасные, специальные сети, 1-й разряд	1-й, 2-й разряд, съемочные сети
Расстояние между пунктами	До 20 km	До 10 km и при разных по длине векторах

При выборе метода построения сети рекомендуется руководствоваться параметрами, приведенными в табл. 3.

Плотность пунктов создаваемой сети устанавливается в соответствии с действующими инструкциями. В процессе проектирования рекомендуется придерживаться равномерного размещения определяемых пунктов по всему объекту работ.

При выборе местоположения проектируемого пункта для спутниковых измерений необходимо соблюдение следующих требований:

1. Обеспечение нормальных условий наблюдений.
2. Отсутствие вблизи пункта (до 1-2 km) мощных источников излучения (теле- и радиопередатчики и т. п.).
3. Большая часть горизонта вокруг пункта не должна иметь препятствий выше 15°.
4. Обеспечение долговременной сохранности центра.
5. Обеспечение удобного подъезда, доступа к пункту в любое время независимо от погодных условий.

На городской территории рекомендуется проектировать пункты на возвышающихся зданиях с учетом требований, приведенных выше. При возможности необходимо использовать существующие пункты ГГС, если они отвечают требованиям, предъявляемым к пунктам создаваемой сети. Окончательное решение о выборе местоположения пункта принимается после выполнения полевой рекогносцировки. Выбор исходных пунктов производится в соответствии с требованиями при обеспечении нормальных условий наблюдений.

Проектирование геометрических связей между пунктами производится в соответствии с выбранной схемой построения. При построении в виде замкнутых геометрических фигур каждый пункт должен определяться, как минимум, двумя независимо измеренными векторами. Висячие векторы не допускаются. В вытянутых сетях (ходах) для контроля измерений рекомендуется проектировать связи между конечными пунктами сети (хода).

При проектировании необходимо предусмотреть повторные измерения определяемых векторов: для проектируемых сетей сгущения в составе Государственной геодезической сети (ГГС) 3-го и 4-го класса –

в количестве не менее 50% и 25% соответственно от общего числа измерений, для разрядных и съемочных сетей – на пунктах с плохими условиями наблюдений. Повторные измерения рекомендуется выполнять в другое время (окно наблюдений). Для контроля рекомендуется дополнительно проектировать векторы между исходными пунктами, что позволит оценить надежность исходной основы.

При определении длинных векторов (20 km) необходимо предусмотреть измерение метеорологических параметров: температуры, атмосферного давления, влажности воздуха. Это позволит исключить ошибки, вызванные влиянием тропосферы. Влияние ионосферы исключается при измерениях двухчастотными приемниками или при длительном сеансе одночастотными приемниками. Учет метеорологических параметров выполняется программным обеспечением. Пункты ГГС, не включенные в сеть в качестве исходных и расположенные на удалении не более 5 km, должны быть связаны с проектируемой сетью.

В проекте определяется местоположение референционных станций для сеанса (сессии) или группы сеансов наблюдений. Референционные станции могут располагаться как на исходных пунктах, так и на определяемых. К референционной станции предъявляются повышенные требования в обеспечении нормальных условий наблюдений, так как результаты измерений в сеансе зависят от качества работы референционной станции.

Графическая часть проекта составляется на картах с указанием местоположения исходных и определяемых пунктов, связей между пунктами проектируемой сети, местоположения референционных станций с использованием соответствующих условных обозначений и их цветовых соотношений.

Заключительным этапом разработки технического проекта является составление пояснительной записки, которая должна содержать следующие сведения:

1. Обоснование технического проекта, нормативные документы, геодезическая изученность, физико-географическая характеристика объекта работ, проектируемые работы, система координат и высот.
2. Ранее выполненные работы: наименования пунктов геодезического обоснования, наименования работ, наименования организаций, выполнявших работы, год выполнения, оценка точности, система координат и высот.
3. Программа выполнения работ с обоснованием выбранной схемы и методов измерений.
4. Технология выполнения работ с подробным изложением порядка и времени выполнения работ и сдачи готовой продукции.
5. Смета расходов на проектируемые работы.

После составления технического проекта перед началом полевых работ производится полевая рекогносцировка с целью уточнения отдельных положений технического проекта. В результате рекогносцировки окончательно выбираются места расположения пунк-

тов, согласовывается схема сети и решаются организационно-технические вопросы.

Пункты, на которых будут выполняться спутниковые измерения, должны соответствовать требованиям, приведенным выше. При рекогносцировке мест расположения пунктов необходимо учитывать следующие положения:

- должны отсутствовать отражающие поверхности вблизи пункта, которые могут создать многопутность (деревья, металлические ограды, плоские металлические крыши, интенсивное движение транспорта, отражающая водная поверхность и т. п.);

- место установки штатива должно обеспечивать его устойчивость на период времени, необходимого для выполнения измерений (особенно для референцных станций) и безопасность производства работ;

- при использовании кинематических методов измерений необходимо тщательно проверить пункты и маршруты передвижения между ними для обеспечения постоянного захвата 4-х спутников и отсутствия помех. При имеющихся на пути движения непреодолимых препятствий (мосты, туннели), по обеим сторонам, они должны быть запроектированы пунктами для повторной инициализации мобильного приемника.

При невозможности установки приемника непосредственно на пункте (металлический сигнал, большое количество препятствий, многопутность и др.) необходимо выбрать местоположение точки (или нескольких точек) (рабочий центр) с нормальными условиями наблюдений для выполнения внецентренной установки приемника. Выбранный способ выполнения внецентренной установки должен обеспечивать точность проектируемой сети.

В процессе рекогносцировки после окончательного согласования на вновь определяемых пунктах производится закладка центров. Каждому определяемому пункту проектируемой сети присваивается индивидуальный номер (название) и код. Для каждого пункта составляются карточки с описанием местоположения и привязкой его к местным предметам. Если на пункте имеются препятствия для измерений, производится их съемка с составлением схемы расположения препятствий. Намечаются векторы (пункты), которые будут определяться повторно. В процессе рекогносцировки уточняются и корректируются маршруты движения между пунктами с определением примерного времени перемещения с пункта на пункт.

Рабочий проект составляется на основании технического задания, технического проекта и материалов рекогносцировки с целью разработки оперативного плана выполнения полевых работ и организационных мероприятий. Он составляется перед выездом на полевые работы и утверждается начальником партии и главным инженером экспедиции и должен учитывать количество и тип имеющихся приемников, а также возможности программного обеспечения для обработки измерений. В нём содержится:

Таблица 4

**Определение продолжительности сеансов использования приемника**

Метод измерений	Продолжительность сеанса использования	
	одночастотного приемника	двухчастотного приемника
Статический	30 мин + 3 мин / км	20 мин + 2 мин / км
Быстростатический		10 мин + 1 мин / км

1. Схема расстановок приемников в сеансах (сессиях) с не менее, чем одним общим пунктом между смежными сеансами (так называемым «перекрытием»). Минимальное количество сеансов в статическом методе, необходимое для вычисления координат пунктов, определяется по формуле:

$$S = \frac{P - O}{N - O}, \quad (1)$$

где S – число сеансов;

P – общее число пунктов в сети;

O – число общих пунктов в сеансах;

N – количество приемников.

2. Уточняется геометрическая схема проектируемой сети.

3. Окончательно определяется местоположение пунктов для референцных станций.

4. Выбираются векторы в сети, которые будут определяться повторно. Рекомендуются для исключения возможных приборных ошибок приемника и антенны повторные измерения выполнять другими приемниками.

5. Составляются графики значений DOP и видности спутников на весь период полевых работ при помощи программного обеспечения по спутниковому альманаху.

6. Для пунктов, имеющих препятствия, с использованием программного обеспечения составляются диаграммы препятствий.

7. Для каждого пункта определяются окна наблюдений с хорошими показаниями DOP, с требуемым количеством спутников и с учетом имеющихся препятствий. При этом необходимо исключать интервалы с резкими, скачкообразными колебаниями значения DOP.

Рабочий проект завершается разработкой структуры организации наблюдений (программы наблюдений), которая включает в себя следующее:

1. Определяется продолжительность сеансов (табл. 4) в зависимости от расстояния между пунктами по формулам (при 5-ти спутниках и нормальном DOP).

2. Утверждаются маршруты движения между пунктами.

3. Составляется расписание выполнения спутниковых измерений для всех исполнителей.

Пояснительная записка к рабочему проекту должна содержать следующие разделы:

1. Проектируемые работы с указанием всех пунктов сети и их связей (схема сети).
2. Программа работ на объекте.
3. Графики значений DOP и видимости спутников

на весь период полевых работ.

4. Графики окон наблюдений для всех пунктов, имеющих препятствия.
5. Организация и технология выполнения работ с обоснованием выбора метода измерений и времени работы на пунктах.

**Список литературы:**

1. Закон Республики Узбекистан «О геодезии и картографии».
2. Техничко-экономическое обоснование использования спутниковых навигационных систем GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия) для топографо-геодезического и кадастрового обеспечения территории Республики Узбекистан – Ташкент: НЦГиК, 1999.
3. Программа государственной инвестиции на 1999-2001 гг. «Построение высокоточной государственной космической спутниковой геодезической сети Республики Узбекистан и ее оснащение современными автоматизированными средствами измерений и контроля». – Т.: Узгеодезкадастр, 1998.
4. Программа топографо-геодезического и картографического обеспечения Республики Узбекистан на период 2011-2015 гг. – Т.: Госкомземгеодезкадастр, 2010.
5. Единая государственная система геодезических координат 1995 года (СК-95). Справочный документ. – М., 2000.

УДК 621.43

© Трофимов Н.В., Фадеева А.К. 2013 г.

## ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Трофимов Н.В., заместитель главного инженера ПО «НМЗ»; Фадеева А.К., ведущий инженер службы инновационных технологий ПО «НМЗ»

*Avtomobil dvigatellarini tozalash usullari keltirilgan bo`lib, ular avtotota`mirlash korxonasining texnologik imkoniyatlarini yanada oshiradi.*

*Tayanch iboralar: avtomobil, dvigatel, ifloslanilish turlari, tozalash turi, yuviladigan suyuqlik.*

*Ways of cleaning of the internal combustion engines able to improve process capabilities of the auto-repair enterprise are presented in this article.*

*Keywords: the car, the engine, type of pollution, way of the cleaning, washing liquids.*

Автомобили и их составные части, поступающие в ремонт, могут иметь на поверхностях деталей различные загрязнения. Рациональный выбор способа мойки и чистки зависит от вида загрязнений, размеров, конфигурации деталей и мест отложений загрязнений, экономических соображений, но главным фактором, определяющим выбор способа, является вид загрязнения.

Все загрязнения делятся на: эксплуатационные, возникновение которых связано с эксплуатацией автомобилей (остатки смазочных материалов, отложения не жирового происхождения - пыль, грязь, маслянисто-грязевые отложения, углеродистые отложения, накипь, коррозия) и технологические, образующиеся в процессе ремонта автомобилей.

Все загрязнения различны по условиям формирования и физико-механическим свойствам.

Отложения не жирового происхождения и маслянисто-грязевые отложения образуются на наружной

поверхности деталей машин и агрегатов. Пыль, грязь в процессе эксплуатации машин попадают на сухие и маслянистые поверхности. Такие загрязнения удаляются сравнительно легко. Масляно-грязевые отложения характеризуются небольшой адгезионной прочностью и для их удаления рекомендуется струйная мойка и мойка погружением.

Остатки смазочных материалов имеются на всех деталях машин, которые работают в масляной среде, это - наиболее распространенный вид загрязнения, для удаления которого требуются специальные препараты и условия очистки, мойки.

Минеральные масла, которыми покрыты работающие детали, в отличие от жиров органического происхождения (животных, растительных), относятся к числу не омыляемых, т. е. они под действием щелочей не образуют соли-мыла, хорошо растворимые в воде. Поэтому очистка от минеральных масел представляет совокупность ряда сложных физических и

химических процессов. Моющий агент должен иметь высокую химическую активность для того, чтобы разрыхлять и разрушать пленки загрязнений или растворять их без повторного осаждения.

Чтобы обеспечить эффективную мойку, в состав моющих средств вводят вещества, вызывающие диспергирование твердых и жидких загрязнений, имеющих на поверхностях деталей, и вещества, придающие устойчивость эмульсиям - эмульгаторы. Каустическая сода (едкий натр) имеет самую высокую щелочность из всех солей щелочных металлов и разрушает загрязнения, в том числе и смолистые отложения, однако эмульгирующая и диспергирующая способность у нее низкие. Кальцинированная сода (углекислый натрий) не имеет высокой начальной щелочности, но создает значительный щелочной резерв. Силикаты щелочных металлов - метасиликат натрия, кремнекислый натрий (жидкое стекло) и другие - способствуют диспергированию твердых загрязнений и предупреждению повторного их осаждения, ускоряют мойку, предотвращают разъедание цветных металлов щелочами. Фосфаты натрия - тринатрий-фосфат, полифосфат и др. поверхностно активные вещества измельчают крупные частицы (иногда до коллоидных размеров), хорошо смягчают жесткую воду. Поверхностно-активные вещества (ПАВ), вводимые в моющий раствор, ускоряют процесс обезжиривания деталей, повышают эмульгирующую способность раствора и предотвращают повторное загрязнение промытых деталей маслами. Находят применение следующие ПАВ: мыло, сульфанол, OG-20 и др. Углеродистые отложения представляют собой продукты термоокисления смазочных материалов и топлива. Они образуются на деталях двигателей внутреннего сгорания и в зависимости от степени окисления разделяются на нагары, лаковые пленки, осадки, асфальто-смолистые вещества.

Асфальто-смолистые вещества образуются под действием высоких температур и кислорода воздуха. Большая часть этих веществ представляет собой твердые частицы, которые входят в состав осадков и могут оказывать абразивное действие на детали. Асфальто-смолистые отложения требуют применения очищающих средств повышенной физико-химической активности. Для деталей с такими загрязнениями наиболее перспективна очистка погружением в растворяющие эмульгирующие средства на основе органических растворителей с последующим ополаскиванием водой (с добавлением синтетических моющих средств).

Нагар относится к углеродистым отложениям и практически не удаляется способами, применяемыми для снятия остатков масла или асфальто-смолистых отложений.

Нагар образуется при сгорании топлива и масел. Выделяющиеся и несгоревшие твердые частицы прилипают к масляным пленкам и постепенно спекаясь, образуют слой нагара на стенках камер сгорания,

днищах поршней, клапанах, свечах и выпускных коллекторах, впускных клапанах, во впускном трубопроводе, на стенках камер сгорания в головке цилиндров и на тарелках впускных клапанов. Образовавшийся нагар способствует перегреву двигателя, снижению топливной экономичности, а его частицы, попавшие в масло, увеличивают износы трущихся поверхностей. Поэтому при ремонте двигателей удаление нагара является обязательной операцией.

Лаковые пленки образуются при воздействии высокой температуры на масляные слои небольшой толщины. Они отлагаются на шатунах, поршнях, коленчатых валах и других деталях.

Осадки, образованные из продуктов окисления масла, топлива, пыли и других частиц, представляют собой мажеобразную, липкую массу, оседающую в поддоне картера, масляных каналах, в масляном фильтре.

Накипь - это слой труднорастворимых и нерастворимых солей, выделяющихся из охлаждающей воды и оседающих на стенках полостей системы охлаждения двигателя. Причина их выделения - термический распад при температуре свыше (60-90) °C хорошо растворимых солей в малорастворимые соединения и увеличение концентрации растворимых веществ при испарении воды и в результате выделения солей кальция и магния при нагреве воды до температуры (70-85) °C

Теплопроводность накипи во много раз ниже теплопроводности металла, поэтому даже минимальный слой накипи значительно ухудшает условия теплообмена, приводит к перегреву деталей двигателя, особенно деталей шатунно-поршневой группы и цилиндров. В результате этого снижается мощность двигателя, повышается расход топливно-смазочных материалов и возрастает интенсивность изнашивания деталей. В состав накипи могут входить карбонаты кальция и магния ( $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{MgCO}_2$ ), гипс ( $\text{CaSO}_4$ ) и силикаты с большим содержанием окиси кремния ( $\text{SiO}_x$ ).

Гипсовая накипь с содержанием  $\text{CaSO}_4$  - твердая, плотная, трудно отделимая от металлической поверхности. Карбонатная накипь с содержанием  $\text{CaCO}_3$  или  $\text{MgCO}_3$  - отлагается в виде твердого осадка на поверхностях, у которых замедлено движение воды, а также в виде рыхлых осадков на поверхностях с интенсивным движением воды. Силикатная накипь с содержанием  $\text{SiO}_2$  - твердая, плотная, отлагается на наиболее нагретых местах. Смешанная накипь имеет различную структуру. Наиболее отрицательное влияние оказывает силикатная накипь, которая имеет низкую теплопроводность и откладывается в самых теплонапряженных местах двигателя.

Коррозия - гидрат окиси железа - образуется в результате химического и электрохимического разрушения поверхностей деталей системы охлаждения двигателя и всех других металлических поверхностей.

Технологические загрязнения на деталях и узлах образуются в процессе ремонта, сборки и обкатки агрегатов. Это остатки притирочных паст, шлифовальных кругов, металлическая стружка и др. Их также необходимо своевременно и тщательно удалять, так как они могут явиться причиной интенсивного изнашивания трущихся поверхностей деталей.

В ремонтном производстве наибольшее распространение получили следующие методы очистки деталей: физико-химический; ультразвуковой; механический; химико-термический.

Физико-химический метод мойки и очистки (струйный и в ваннах) заключается в том, что загрязнения удаляют с поверхностей деталей водными растворами различных препаратов или специальными растворителями при определенных режимах. Основными режимами высококачественной мойки и очистки водными растворами являются: высокая температура моющего химического раствора ( $80 \pm 95$  °С), поток или струя раствора при значительном давлении и эффективные моющие средства.

Физико-химический метод включает в себя следующие способы очистки: выварка; погружение в моющую жидкость; очистка органическими растворителями.

**Выварка.** Для удаления прочных смолистых отложений рекомендуют выварку деталей в крепком (10-15)% растворе каустической соды. С целью интенсификации выварки применяют барботаж раствора «острым» паром или сжатым воздухом. Но, как установлено, острый пар, не улучшая очистки, приводит к быстрому снижению концентрации раствора. При барботаже сжатым воздухом в деталях сложных конфигураций образуются воздушные мешки, изолирующие поверхность от моющего раствора. Кроме того, каустическая сода, взаимодействуя с углекислым газом воздуха, переходит в менее эффективное соединение - карбонат натрия, а воздух, проходя через раствор, охлаждает его. Существенное улучшение выварки наблюдается при использовании многокомпонентных растворов.

Очистка погружением в моющую жидкость. Наиболее эффективен способ очистки погружением деталей в ванну с высоким уровнем возбуждения моющей жидкости. Возбуждение жидкости достигается насосами, лопастными (гребными) винтами, колеблющимися платформами, различного рода вибраторами. В этих случаях удаляются даже прочные смолистые отложения. Моечная машина ММЧ-1, в которой высокое возбуждение моющей жидкости достигается лопастным винтом, состоит из ванны, внутри которой расположены лопастной винт (заключенный в диффузор), поворотный стол с приводом и система подогрева. Для сжигания жидкого топлива применено устройство с форсункой (выпускаются машины также с паровым подогревом). Стол приводится в действие от электродвигателя через редуктор. При открытой крышке пар из ванны удаляется с помощью вен-

тилятора через бортовой отсос. Детали, подлежащие очистке, укладывают в контейнер (корзину), который устанавливают на поворотный стол, опуская по двум направляющим стержням. При этом детали оказываются погруженными в моющий раствор, заполняющий ванну. Лопастной винт, вращаясь с частотой 3000 об/мин., создает мощный турбулентный поток моющей жидкости, направленный на промываемый объект. Поток устремляется между деталями, проникает в их внутренние полости и, благодаря большой скорости и турбулентности, начисто промывает как наружные, так и внутренние их стенки. Промывке деталей со всех сторон способствует медленное (4 об/мин.) вращение стола, что изменяет их положение относительно основного направления потока.

Растворы соляной кислоты с ингибитором коррозии или контакт Петрова - наиболее часто применяемые эффективные вещества для удаления накипи. Для очистки раствор прокачивают через систему двигателя или отдельные ее детали погружают на недлительное время в специальную ванну с раствором моющего средства. При использовании (10-15)% раствора соляной кислоты детали погружают в ванну с раствором, прогретым до (40-60) °С, на (20-30) мин. После чего обязательна процедура ополаскивания проточной водой и погружение на (3-5) мин. в ванну с щелочным раствором (10 г/л карбоната натрия и (3-5) г/л нитрита натрия) при температуре (60-70) °С.

Струйные моечные машины конвейерного типа, предназначенные для мойки агрегатов, узлов и деталей, могут быть одно-, двух- и трехкамерные. Однокамерные машины предназначаются для мойки водой или обезжиривания растворами, не требующими последующего ополаскивания водой.

Однокамерная конвейерная моечная струйная машина, предназначенная для обезжиривания деталей с помощью неагрессивных растворов («Тракторин», МЛ-51, МС-6) состоит из откачивающей насосной установки, спускного коллектора, нагнетающей насосной установки, моечной камеры, бака-отстойника, пластинчатого конвейера. Моечное устройство для этой машины выполнено в виде качающего гидранта. Перемещение деталей осуществляется конвейером пластинчатого типа. Скорость движения ленты конвейера составляет (0,1-0,6) м/мин. Моющий раствор в этой машине подогревается паром до температуры (75-85) °С. Крупные детали устанавливают непосредственно на конвейерные пластины, а мелкие подают в моечную машину в сетчатых корзинах.

Двухкамерные машины используются для мойки деталей и агрегатов щелочными растворами в первой из камер, с последующей мойкой горячей водой во второй. Трехкамерные машины имеют три зоны мойки. В первой зоне с помощью моечного раствора размягчают загрязнения, во второй - тщательно моют и в третьей - ополаскивают горячей водой. Машины конвейерного типа экономически целесообразно применять на крупных ремонтных предприятиях.

В камерных моечных машинах периодического действия детали подвергаются мойке одним раствором с последующим ополаскиванием горячей водой. В последнем случае имеются две ванны: для моющего раствора и горячей воды. Эти машины применяют на небольших ремонтных предприятиях и ремонтных мастерских эксплуатационных хозяйств.

Ванны - наиболее простые моечные установки. Чаще всего их применяют для вываривания деталей в щелочных или кислотных растворах. Ванны изготавливают из стали; они состоят из двух отсеков: одного - для моющего раствора, другого - для воды. Сверху ванны закрывают двухстворчатой крышкой.

Очистка органическими растворителями находит весьма ограниченное применение в ремонтном производстве ввиду высокой токсичности, огнеопасности и дороговизны.

Очистку деталей керосином или дизельным топливом в ванне с применением щеток проводят только в мелких ремонтных мастерских, где нет более совершенных средств очистки. При этом ванна должна иметь плотно закрывающуюся крышку и решетку, закрепленную на некотором расстоянии от дна. На решетку укладывают промываемые детали. Ниже решетки ванну заполняют водой, что позволяет экономить растворитель, которым заполняют ванну выше решетки. Такая очистка малопроизводительна и дорога. На крупных ремонтных предприятиях органические растворители используют для очистки мелких деталей, имеющих сложную конфигурацию (клапанов, толкателей, пружин и т. д.). Эти детали загружают в шестигранные вращающиеся барабаны с отверстиями для прохода моющей жидкости. При вращении барабана с частотой 15÷20 об/мин. детали перекачиваются в нем, вызывая возбуждение моющей жидкости. Трение деталей одна о другую повышает эффективность очистки, а моющая жидкость смягчает удары детали о деталь. Если барабан подвесить так, чтобы он мог погружаться в несколько ванн, то очистку деталей можно проводить в различных условиях, в разных моющих растворах, в ваннах, оборудованных нагревателями, позволяющих применять и горячие щелочные растворы. Весьма активен синтетический растворитель АМ-15, представляющий собой раствор поверхностно-активных веществ в органических растворителях. Препарат применяют для очистки деталей от прочных смолистых отложений. Процесс очистки состоит из двух операций: погружения и выдержки деталей в препарате при температуре (20÷30) °С, промывки щелочным раствором или теплой водой. Между извлечением деталей из препарата и промывкой должно проходить не более 5÷8 мин. Препарат позволяет полностью удалять смолистые отложения.

Однако повышенные требования к обеспечению безопасной работы с ним, трудности с ликвидацией загрязненных остатков (спускать в сеть фекально-бытовой канализации их нельзя) и высокая стоимость сдерживают широкое его применение.

Осадки из маслорадиаторов удаляют следующим образом: предварительно удаляют остатки масла прокачиванием керосина в течение (0,5-2) с; проводят промывку прокачкой чистого подогретого до (70-75) °С креолина через маслорадиатор в течение (1,5-2) ч, меняя направление прокачки каждые (10-15) с; проводят промывку маслорадиатора вначале горячей водой с температурой 80 °С, а затем проточной водой с температурой (10-20) °С до полного удаления креолина; осуществляют контроль полноты промывки маслорадиатора заполнением его водой и выдерживанием в течение (10-20) мин., затем воду сливают; для удаления остатков углеродистых отложений, не смытых водой, через маслорадиатор прокачивают керосин в прямом и обратном направлениях в течение 20 мин. (после прокачки необходимо проверить полноту удаления углеродистых отложений и полностью слить керосин); проводят окончательную промывку - прокачку горячим (90-100) °С маслом в течение 30 мин. в различных направлениях. Все перечисленные выше операции промывки должны следовать одна за другой без перерыва.

Креолин - фенольная маслоподобная жидкость темно-коричневого цвета, прозрачная в тонком слое, имеет фенольный запах, при температуре 20 °С теряет подвижность, имеет температуру вспышки в пределах (80-90) °С, горит сильно коптящим пламенем, вызывает набухание любой резины, агрессивен по отношению к металлам и их сплавам, особенно алюминию, меди и латуни.

Ультразвуковой метод мойки и очистки основан на передаче энергии от излучателя ультразвука через жидкую среду к очищаемой поверхности.

Метод возбуждения жидкости в ванне с помощью высокочастотных звуковых колебаний, не воспринимаемых ухом человека, может быть применен для очистки мелких деталей сложной конфигурации (детали карбюраторов, топливных насосов, электрооборудования и т. п.).

Для ультразвукового обезжиривания деталей можно рекомендовать раствор следующего состава: кальцинированная сода - 30 г/л, тринатрийфосфат - 30, эмульгатор ОП-10 - 5(÷10) г/л.

Температура раствора должна быть (50-55) °С. Применение ультразвуковой мойки и очистки деталей (особенно мелких) дает значительный экономический эффект за счет ускорения процесса очистки и повышения качества ремонта машины в целом.

Водные щелочные растворы подогревают до температуры (80-95) °С. При снижении температуры нагрева до 70 °С и ниже вязкость масляных отложений остается повышенной, что затрудняет их отделение и ухудшает качество мойки.

Из-за сильного корродирующего действия щелочные растворы (с присутствием едкого натра), предназначенные для мойки деталей из черных металлов, нельзя применять для деталей из сплавов алюминия. После мойки щелочными растворами детали следует промывать чистой водой.

Если предстоит очистить детали сложной конфигурации или удалить загрязнения из внутренних полостей узла, рационально использовать ультразвуковую установку. В ней, помещенная в специальное моющее вещество, деталь подвергается воздействию ультразвука.

Скорость и качество звуковой очистки зависят от химической активности применяемой жидкости. Если жидкость растворяет грязь, то очистка осуществляется не только за счет воздействий кавитационных пузырьков, но и химического взаимодействия растворителя и грязи. В этом случае процесс ультразвуковой очистки значительно ускоряется.

Удаляют нагар ультразвуком в ваннах с раствором следующего состава:

Для стальных и чугунных деталей - едкий натр 25 г/л, кальцинированная сода 33 г/л, хозяйственное мыло 8,5 г/л, жидкое стекло 1,5 г/л;

Для деталей из алюминиевых сплавов - кальцинированная сода 18 г/л, хозяйственное мыло 10 г/л, жидкое стекло 8,5 г/л;

Моющий раствор под названием «Чешский алкон» - тринатрийфосфат - 0,30 г/л, кальцинированная сода 0,43 г/л, нитрит натрия - 0,30 г/л, вода - 1 л. Концентрация раствора при указанных соотношениях компонентов составляет 0,1%. Температура моющего раствора должна быть (70-80) °С. Ополаскивать детали водой после обезжиривания не надо. Он пригоден для деталей из черных и цветных металлов.

Для крупных деталей необходимо иметь генераторы значительной мощности, что потребует больших затрат в эксплуатации. К ним относится моечная машина с вихревыми гидродинамическими излучателями, разработанная Казахским научно-исследовательским и проектным институтом автомобильного транспорта (КазНИИПИАТ). В этой машине ультразвуковые колебания в моющей среде возбуждаются механическим излучателем, основанном на получении завихрений в жидкости. При непрерывном следовании завихрений создается чередование перепадов давления, имеющих характер звуковой волны. Под непрерывным воздействием ультразвуковых излучателей в моющей жидкости возникают области сжатия и разрежения. Применение ультразвука повышает качество и снижает примерно на 50% себестоимость очистки, а также экономит рабочую силу.

Механический метод включает в себя следующие способы: виброабразивный; механическо-абразивный; химико-механический.

Химико-механический способ: Детали погружают в щелочной раствор (2,5% каустической соды; 3,5% кальцинированной соды; 1,5% жидкого стекла; 2,4% мыла), нагретый до (95-100) °С и выдерживают в нем (40-60) мин. Затем размягченный нагар удаляют скребками и стальными щетками - ручными или приводимыми от электропривода. Однако этот способ малопроизводителен и не обеспечивает полного удаления нагара, в частности, из труднодоступных мест.

Виброабразивный способ очистки деталей от нагара - один из механических способов. При этом очищаемые детали вместе с боем абразивных кругов или мраморной крошки с размером частиц (10-30) мм загружают в контейнер и устанавливают на вибростол. При вибрации абразивные частицы перемещаются относительно поверхности детали и счищают нагар. Подаваемый в контейнер раствор синтетического моющего средства смывает отложения.

Если же речь идет об обработке мелких деталей, альтернативой пескоструйной очистке может стать чистка с применением вибрационных или вращающихся абразивных установок. В них наряду с абразивным материалом (таким как стеклянная или фарфоровая крошка) помещают жидкий наполнитель. В автосервисах чаще всего используют бензин или керосин. В результате вращения или сильной вибрации установки происходит обработка деталей абразивным веществом. При этом качество очистки от твердых отложений в таких установках гораздо выше, чем при очистке с помощью пневмоструйных или пескоструйных аппаратов.

Механическо-абразивный способ - наиболее совершенный способ, получивший широкое распространение на крупных авторемонтных предприятиях. Этот способ применяется для очистки от нагара поршней, головок блока, выпускных коллекторов.

Механическо-абразивная очистка деталей основана на том, что твердый слой грязи или лакокрасочное покрытие удаляют с помощью абразивного порошка (в качестве которого выступают речной песок, пластиковая, стеклянная или металлическая дробь, дробленая скорлупа фруктовых косточек и т.п.), который в специальной установке смешивается с воздухом и под высоким давлением подается на поверхность обрабатываемой детали. Выбор абразива при этом определяется особенностями очищаемого материала или характером загрязнения, а также оборудованием авторемонтного подразделения: обычно очистные приспособления способны работать лишь с какими-то определенными типами наполнителей.

Самым щадящим из всех типов абразива является косточковая или пластмассовая крошка. При обработке металла с применением этих средств накипь и многие виды твердых загрязнений интенсивно разрушаются. При этом сам металл остается целым, поскольку плотность абразива значительно меньше плотности металла. Такие наполнители можно использовать при очистке алюминиевых деталей и даже при обработке элементов поршневой системы, валов и т.п. При этом стоит помнить, что маслянистые или смолистые отложения на поверхности металла в разы снижают качество очистки косточковым или пластиковым порошком, поэтому перед началом обработки эти отложения должны быть смыты. По своим характеристикам оба указанных типа абразивных веществ очень близки и для работы с ними используются одни и те же пневмоструйные установки.

В установке для очистки деталей косточковой крошкой на деталь под давлением воздуха 0,4-0,5 МПа ( $4\div 5 \text{ kg/cm}^2$ ) подается дробленая скорлупа фруктовых косточек. Ударяясь о поверхность детали, она очищает нагар. Сухую косточковую крошку засыпают в бак через дверцу. Затем она через сетку и клапан поступает в бункер, а оттуда - в смеситель. Клапан в нужный момент открывается при помощи рычага. По трубке в смеситель подается воздух, который увлекает крошку в рукава к накопникам. Количество воздуха, поступающего в смеситель, регулируют краном, который приводится в действие от педали. Детали, подлежащие очистке, укладывают на вращающийся стол. Рабочий через отверстия в передней дверце вставляет руку в защитный нарукавник и, беря наконечник, направляет струю косточковой крошки на деталь. Пыль крошки и частицы нагара отсасываются через патрубок при помощи вентилятора. Если клапан забивается крошкой, то его очищают сжатым воздухом, поступающим к нему по трубе, при открытии крана. Данный способ экономичный, производительный и качественный. Например, для очистки от нагара комплекта деталей одного двигателя Д-54А расходуется (4-5) kg косточковой крошки, продолжительность очистки - 30 мин. В связи с тем, что крошка при ударе деформируется, на очищаемой поверхности детали не остается задиров и рисок. Наблюдение за очисткой осуществляют через смотровое окно, причем детали освещают светильником. Нагар и пыль косточковой крошки отсасываются вытяжной вентиляцией через патрубок. По окончании работы накопившаяся крошка через клапан ссыпается в бункер аппарата. Клапан очищают периодически сжатым воздухом. Осаждение нагара и пыли косточковой крошки происходит в циклоне. В таких установках очистка поверхности происходит быстро, причем на поверхности детали не остается ни рисок, ни царапин. После очистки детали промывают в воде. Расход крошки составляет (30-40) kg на 1 t очищаемых деталей, а расход сжатого воздуха составляет (1,2-1,5)  $\text{m}^3/\text{h}$ .

Если же обрабатывается внешняя поверхность стальных или чугунных деталей, рациональнее применять пескоструйные установки, которые производят очистку с помощью речного песка, стеклянной или металлической дроби. Таким образом удаляются твердые отложения, а также лакокрасочный слой и ржавчина. При этом происходит незначительная деформация внешней поверхности деталей. Операция производится с использованием пескоструйных установок. Такие установки бывают как закрытого, так и открытого типа, благодаря чему с их помощью можно обрабатывать крупногабаритные детали. Однако при работе с установками открытого типа неудобством становится требование работать вне помещений, так как в процессе очистки вокруг детали распыляется огромное количество песка или другого абразива.

Впрочем, современные установки позволяют решить и эту проблему.

Химико-термический метод включает в себя следующие способы: термический; термохимический; химический.

Термический способ. Термическая очистка основана на удалении загрязнений нагревом их до температуры, при которой они либо сгорают, либо теряют механическую прочность и отделяются от основного металла. Отложения кокса и нагара в выпускных и всасывающих коллекторах удаляют термической обработкой, выжигая пламенем газовой горелки с избытком кислорода или обжигаая детали в термопечи.

Термохимический способ является весьма эффективным способом удаления (сжигания) нагара, накипи и продуктов коррозии нагреванием деталей в расплаве солей и щелочи. Наиболее широко распространены ванны с расплавленной каустической содой или составы на ее основе. Очистка стальных деталей производится в ванне с расплавленной каустической содой при выдержке деталей в течение (5-15) мин. при температуре порядка (400-420) °С. Затем детали вынимают из ванны и после охлаждения на воздухе до (120-150) °С промывают струей горячей воды, во избежание коррозии погружают в керосин с (1÷2)% минеральным маслом. По производительности и качеству очистки он превосходит все известные способы.

Установка для такой очистки состоит из четырех ванн, над которыми смонтирован монорельс с электротельфером. Первая ванна изготовлена из нержавеющей стали толщиной 4 mm и заполнена расплавом солей и щелочи. Температура расплава составляет (380-420) °С. В этой ванне нагревают детали из черных металлов в течение (5-15) мин., из алюминиевых сплавов - в течение (3-5) мин. Затем детали промывают в ванне с водой. Для нейтрализации остатков щелочи и осветления поверхности очищенные стальные и чугунные детали погружают в третью ванну с 50% раствором ингибированной соляной кислоты, нагретой до температуры (50-60) °С, после чего окончательно промывают в четвертой ванне с (3-5) g/l водным раствором кальцинированной соды и (1,5-2,0) g/l тринатрийфосфата.

При очистке деталей из алюминиевых сплавов ванну нейтрализации заполняют вместо раствора соляной кислоты, водным раствором фосфорной кислоты (85 g/l) и хромового ангидрида (125 g/l). Окончательно детали промывают в горячей воде с температурой (80-90) °С.

Производительность установки 300 ÷ 500 kg деталей в h. На авторемонтном предприятии с годовой производственной программой 6000 капитальных ремонтов двигателей в год стоимость очистки 1 t деталей в 1,5-2 раза дешевле, чем при очистке деталей косточковой крошкой.

Наиболее эффективная очистка деталей от накипи производится с помощью щелочного расплава, кото-

рый состоит из следующих компонентов (% по массе): гидроксид натрия - (60-70), нитрат натрия - (25-35), хлорид натрия - 5. Каждый компонент выполняет определенные функции в общем механизме разрушения накипи. Технология процесса удаления накипи включает 4 этапа: обработка деталей расплавом, промывка в проточной воде, травление в кислотном растворе и промывка в горячей воде. В расплаве детали выдерживают в течение (5-12) мин. Бурное парообразование способствует быстрому растворению остатков расплава. Образующийся пар способствует также разрушению разрыхленных частиц окалины и удалению их с поверхности деталей. При очистке деталей из чугуна и сталей после двух этапов их выдерживают в 50% ингибированном растворе соляной кислоты при температуре (50-60) °С в течение (5-6) мин. Затем детали промывают в растворе, содержащем карбонат натрия (3÷5) г/л и тринатрийфосфат (1,5-2) г/л при (80-90)°С в течение (5-6) мин. При одновременной обработке деталей из чугуна, стали и алюминиевых сплавов в раствор соляной кислоты добавляют фосфорную кислоту и триоксид хрома из расчета соответственно 85 и 125 г/л добавляемой воды. Продолжительность обработки этим раствором - (5-6) мин. при температуре (85-95) °С.

Химический способ: Этот метод основывается на очистке деталей с помощью различных моющих или химически активных веществ. С его помощью можно удалять не только твердые отложения, но и ржавчину, и краску, и остатки консервационных средств, и следы взаимодействия с жидкостями. Правильный подбор препарата гарантирует, что не случится изменения геометрии деталей или их повреждения при мойке. После химической обработки не остается никаких следов проведенной процедуры. Во многих ситуациях возможна очистка без применения специального оборудования, а стоимость препаратов, как правило, невелика, и можно с уверенностью сказать, что именно к химическому методу в первую очередь стоит присмотреться работникам большинства неспециализированных сервисов.

Мелкие детали (клапаны, толкатели, пружины и др.) экономически целесообразно очищать от нагара и накипи химическим способом. При этом детали загружают в ванну со щелочным раствором, который состоит из каустической и кальцинированной соды, жидкого стекла, хозяйственного мыла и воды. Детали выдерживают в этом растворе (3÷4) h при температуре (90-95) °С и после размягчения нагар удаляют волосяными щетками или ветошью. После очистки детали промывают в холодной и горячей воде.

Химический метод, в зависимости от типа работ, включает множество разнообразных технологий, которые требуют различных химических средств и различного оборудования.

Водные растворы щелочей и кислот, чаще всего применяемые на практике, следующие:

1. Каустическая сода - 2,5%, жидкое стекло - 1%.

2. Кальцинированная сода - 1,5%, жидкое стекло - (0,2-0,5)%, ДС-РАС - 0,1 %.

3. Каустическая сода - 5 %, метасиликат натрия - 5%, ОС-20 - 0,5%.

4. Фосфорная кислота - 5% хромовый ангидрид - 2%; температура раствора (50-60) °С.

5. Ингибированная соляная кислота - 2,5%; температура раствора (60-80) °С. Если нет ингибированной соляной кислоты, то в раствор технической соляной кислоты добавляют ингибитор ПБ-5 (4 г на 1 л раствора).

6. Каустическая сода - 5%, температура раствора (75-90) °С.

7. Молочная кислота - 6%, температура раствора (30-40) °С (рекомендуется для удаления накипи с деталей, изготовленных из алюминиевых сплавов). После обработки деталей раствором кислоты их сразу же тщательно промывают в нейтрализующем растворе (1% растворе соды), а затем ополаскивают горячей водой.

8. С помощью крезольной жидкости удаляются лаковые пленки. Осуществляется это в следующем порядке:

проводят предварительное обезжиривание с помощью струйного способа водным раствором, содержащим карбонат натрия (0,2%) и бихромат калия (0,2%), при температуре 80 °С;

обрабатывают крезольной жидкостью в течение (15-25) мин;

промывают горячей водой (80-90) °С в течение (5-10) мин;

проводят окончательное обезжиривание;

сушат сухим сжатым воздухом;

проводят противокоррозионную обработку и обработку в уайт-спирте в течение 10 мин.

9. Углеродистые осадки из маслобаков удаляют следующим образом:

пропаривают маслобак в течение 2 h;

заливают в маслобак водно-креолиновую эмульсию (1:1), подогретую до (60-70) °С, в количестве 0,2 части вместимости маслобака;

промывают (при непрерывном качании бака) в течение 11,5 h, заменяя эмульсию каждые 30 мин;

промывают маслобак горячей водой до полного удаления креолиновой эмульсии;

сушат сжатым воздухом.

10. Раствор для удаления нагара со стальных деталей: жидкое стекло - 1,5 г; кальцинированная сода -36 г; жидкое мыло - 25 г; едкий натрий - 25 г; вода - 1 л.

11. Раствор для удаления нагара со стальных деталей: жидкое стекло - 15 г; эмульсол - 35 г; кальцинированная сода - 15 г; вода - 1 л.

Детали помещают в раствор, нагретый до 90 °С, на 2-3 h, а затем ветошью с наждачным порошком удаляют нагар.

12. Раствор для удаления нагара с алюминиевых деталей: жидкое стекло - 9 г; жидкое мыло - 10 г; кальцинированная сода - 19 г; вода - 1 л.

Детали помещают в раствор, имеющий температуру (90-95) °С на (0,5-1) h, затем производят механическую очистку нагара (скребком, щеткой) и промывку деталей в горячей воде.

13. В качестве очищающих жидкостей также применяют водные растворы каустической соды (едкого натра), кальцинированной соды (углекислого натрия) с присадкой эмульгаторов (жидкого стекла, хозяйственного мыла, тринатрийфосфата) и с противокоррозионными присадками (хромпиком, нитритом натрия).

14. Все большее распространение получают синтетические моющие средства (СМС), что объясняется их высокой моющей способностью и тем, что они нетоксичны, хорошо растворимы в воде, не горючи, пригодны для мойки деталей из черных и цветных металлов, включая алюминий, не вызывают ожогов кожи человека. Кроме того, после применения СМС нет надобности промывать детали водой. Применяются следующие моющие препараты: «Лабомид-101», «Лабомид-203», АМ-15, МЛ-51, МЛ-52, МС-5, МС-6, МС-8, «Тракторин». Все они представляют собой смесь ПАВ с солями щелочных металлов (кальцинированной содой), силикатами и фосфатами, содержащимися в них в различном процентном отношении. Особенно различаются они по составу и содержанию ПАВ. Применение этих препаратов экономически выгодно в сравнении с дорогостоящей каустической содой.

В соответствии с различиями в химическом составе, СМС могут иметь и разное назначение. Так, препараты МЛ-51, МС-6, «Тракторин», «Лабомид-101» предназначены для струйной очистки деталей от масляных загрязнений, препараты МЛ-52, МС-8 и Лабомид 203 - для очистки деталей от прочных смолистых и углеродистых отложений методом погружения их в ванну с раствором и методом выварки.

Препараты используют в виде водных растворов следующей концентрации: МЛ-51 и Лабомид 101 - (1-2)%, МЛ-52 и Лабомид 203 - (2,5-3,5)%, МС - (2-3)%. Температура всех моющих растворов (70-95) °С. Продолжительность воздействия СМС составляет (8-20) мин. Концентрация водного раствора 20-30 g/l.

Применение синтетических препаратов в струйных моечных машинах часто вызывает пенообразование; чтобы предупредить его, в раствор заливают (0,2-0,3)% дизельного топлива.

Препарат АМ-15, представляющий раствор ПАВ в органических растворителях (ксилора, ализаринового масла и окси-этилированного спирта), применяют для очистки деталей от прочных смолистых отложений в ваннах, а также для восстановления пропускной способности фильтров грубой очистки.

15. Для очистки от нагара и накипи стальных и чугунных деталей автомобиля стоит применять препараты, содержащие концентрированные щелочные растворы. В самом простом исполнении загрязнен-

ные детали погружают в ванну с раствором и выдерживают в ней какое-то время - обычно от 10 мин. до 3 h, в зависимости от степени загрязнения. Затем размягченный нагар удаляется вручную с помощью пластиковых, а если речь идет о внешних поверхностях, то и железных щеток. Деталь промывают в слабом щелочном растворе, затем в воде (желательно проточной), в завершение процедуры сушат. Аналогично можно удалить нагар с поверхности алюминиевых деталей, с той поправкой, что для их обработки нельзя применять моющие средства, содержащие соду. Описываемые дальше усовершенствования актуальны не только при удалении нагара, но и во всех других случаях, когда происходит химическая обработка деталей с их погружением в моющие жидкости. Имеет смысл устанавливать специальные моющие ванны, оснащенные электрической или пневматической помпой для направленной подачи жидкости. Скорость очистки погружением можно заметно увеличить за счет перемешивания вещества в ванной или перемещения самой детали. Поэтому стоит использовать дополнительные аксессуары в виде вращающихся платформ и сеток, которые устанавливают в некоторые разновидности ванн, что облегчает перемещение в них крупногабаритных деталей. При обработке большого количества мелких узлов в ванне удобно иметь несколько специальных корзин, которые дают возможность рассортировать детали по типам и размерам, а также производить с отдельными группами разный набор очистных операций. Применяют также сразу несколько ванн: с моющим раствором высокой концентрации, с щелочным раствором низкой концентрации, обычной водой. В некоторых случаях может также понадобиться дополнительная ванна с кислотой. При этом растворы в ваннах нужно регулярно менять: в зависимости от степени загрязнения и типов моющих веществ их меняют после одного или нескольких циклов, воду - после каждой промывки. Главный недостаток погружных ванн - в большинстве своем они не имеют нагревательных устройств. А для качественной очистки от нагара желательно использовать щелочной раствор, разогретый до 90 °С. Постоянно следить за его температурой - дело хлопотное. Поэтому удобнее использовать термохимические ванны, которые позволяют постоянно поддерживать заданную температуру раствора. Существенно упростить и ускорить промывку можно, приобретя автоматическую моющую установку. Тогда задача работающего ограничится лишь загрузкой и вниманием обрабатываемых деталей, заполнением резервуаров моющими веществами, а также установкой заданного программного режима. Все остальное автоматика выполнит сама, причем качество обработки будет на порядок выше, чем при очистке в простых ваннах. Сократится также расход моющих средств, в 2-3 раза повысится производительность. Поэтому если ежедневно очищают большое количество деталей, имеет смысл ориентироваться на такие установ-

ки. Химический метод эффективен и при борьбе с накипью, которая возникает на стенках «водяной рубашки» двигателей, радиаторах системы охлаждения и т.п. Борьба с ней - более сложный процесс, представляющий собой последовательность нескольких операций. Поскольку одна из них сопряжена с использованием соляной кислоты, важно, чтобы ванны или другие приспособления, в которых будет производиться обработка, имели герметично закрывающуюся крышку, а помещение было оборудовано системой вентиляции или вытяжкой. Сама же технология удаления имеет некоторые различия в зависимости оттого, из какого материала выполнена деталь. При обработке стальных или чугунных деталей объект вначале погружают в щелочной раствор, затем - в воду. После чего его в течение максимум (10-15) мин. обрабатывают в растворе соляной кислоты, концентрация которой не должна превышать 10%. Температура раствора должна поддерживаться чуть выше комнатной. Затем блок в обязательном порядке обрабатывают в течение (10-15) мин. содовым раствором и промывают горячей водой. Осуществлять такую многоэтапную процедуру удобно с использованием либо нескольких промывочных ванн, либо автоматических установок. Но нужно убедиться в том, что производители оборудования позволяют применение в нем кислоты. Обычно для этих целей подходят конвейерные машины, в которых заготовка последовательно (и автоматически) перемещается из одной ванны в другую.

16. Для снятия накипи со стенок алюминиевых деталей проводят аналогичные операции, однако вместо соляной кислоты используют молочную или фосфорную. В некоторых случаях технология ремонта требует очистить детали от уже нанесенного на них лакокрасочного покрытия. Эту процедуру также можно выполнить химическим методом. Обычно для этих целей используются щелочные растворы, разогретые до температуры (85-90) °С. Деталь выдерживают в них до тех пор, пока покрытие не начнет отделяться. Обычно для этого требуется (1-1,5) ч. Тогда ее промывают в горячей воде (50-60) °С, а затем обрабатывают в растворе фосфорной кислоты. Такой способ очистки имеет свои преимущества перед смывкой лакокрасочного покрытия с помощью растворителей. В последнем случае рабочим приходится иметь дело с токсичными веществами, да и сам процесс более трудоемок.

17. Используется химический метод очистки и для смыва ржавчины. Технология во многом схожа с технологией удаления накипи: деталь вначале моют в щелочном растворе, а затем перекладывают в ванну с соляной или фосфорной кислотой. После этого ее обрабатывают в содовом растворе и промывают в горячей воде.

18. Повысить качество очистки может применение струйных установок, которые позволяют обработать отдельные участки детали направленной струей во-

ды. Химическая мойка - самый распространенный метод очистки. Однако иногда ее применение невозможно, например, из-за габаритов или сложной формы детали. В этом, а также в ряде других случаев, целесообразнее выбрать альтернативные методы.

19. Силикаты и сульфаты кальция и магния разрыхляются в содовом растворе. Наиболее универсальным средством для удаления накипи является фосфатно-щелочной раствор. Состав, содержащий (3-5) кг тринатрийфосфата на 1 м<sup>3</sup> воды, хорошо разрыхляет слой накипи, после чего она легко удаляется струей холодной воды.

20. Для снятия накипи с деталей из алюминиевых сплавов применяют растворы молочной и фосфорной кислот.

21. Для удаления накипи применяют 6%-ный раствор молочной кислоты, подогретый до (30-40) °С. Полное растворение накипи характеризуется прекращением выделения углекислого газа.

22. Достаточно эффективным и дешевым средством для удаления накипи является раствор соляной кислоты, для приготовления которой на 100 л воды берется 7 л соляной кислоты (или 6 л соляной синтетической кислоты по ГОСТ 857-69), 0,2-0,3 кг ингибитора ПБ-5, технического уротропина - 2,5 кг, ПАВ (ОП-7 или ОП-10) - 0,2-0,3 кг, пеногасителя (амиловый или изоамиловый спирт, скипидар) - 0,1 кг. При удалении накипи к указанному составу рекомендуется добавлять 2 кг фтористого натрия или фтористого аммония на 100 л раствора. Температура раствора строго (40-50) °С. Время выдержки - около 1 ч. После кислотной очистки деталь промывают нейтрализующим раствором, в состав которого входят: кальцинированной соды - 5 г/л, калиевого хромпика - 5 г/л при температуре (80-85) °С. Для удаления накипи применяют также (3-5)% раствор тринатрийфосфата, подогретый до (60-80) °С, после чего деталь промывают в проточной воде.

23. Хорошие результаты по удалению накипи указанного состава дает применение 50%-ного водного раствора керосинового контакта, подогретого до (40-50) °С.

24. При химическом способе детали погружают на (40-60) мин. в щелочной раствор, подогретый до (80-90) °С. Очищенные в щелочном растворе детали промывают в ванне. Состав жидкости: 0,2% кальцинированной соды; 0,2% жидкого стекла и 0,1% хромпика. Но этот способ очистки деталей от нагара малопродуктивен и недостаточно эффективен.

25. Для удаления накипи и продуктов коррозии используют воздействие ингибированной соляной кислоты, обрабатывая детали в (10-12)%-ном растворе при температуре (75-85) °С в течение (20-25) мин. После обработки в кислотном растворе их ополаскивают в растворе кальцинированной соды 5 г/л и тринатрийфосфата 2 г/л или растворе типа «Лабомид-102».

26. Очистка внутренних поверхностей радиаторов осуществляется 5%-ным раствором каустической

сода, нагретым до (60-80) °С. Раствор соды выдерживают в радиаторе до полного удаления слоя накипи, после чего промывают внутренние полости горячей водой.

27. Очистка деталей имеет исключительное значение в ремонтном производстве, так как она в известной мере предопределяет правильность дефектовки деталей, качество их восстановления и сборки машины, а также общую культуру производства.

При этом начальный износ двигателей, собранных из полностью очищенных деталей, в 2 раза меньше, чем двигателей собранных из деталей, очищенных до обычного уровня, который практикуется сейчас на моторемонтных предприятиях. Поэтому в ремонтном производстве рекомендуется внедрять систему многостадийной мойки и очистки деталей. Одновременно ведутся работы по созданию как новых методов

очистки, так и более совершенных моечных машин, а также более эффективных моющих средств.

Система многостадийной мойки и очистки предусматривает последовательную очистку деталей: например, после мойки внутренних полостей двигателя следует его наружная мойка, затем мойка узлов, следом мойка деталей, удаление грязи из каналов коленчатого вала и блока цилиндров, удаление нагара и накипи из систем охлаждения и питания, снятие смолистых отложений и, наконец, удаление технологических загрязнений (стружки, остатков абразивов и т. д.). Таким образом, выбор того или иного эффективного метода очистки двигателя внутреннего сгорания является актуальным при создании системы технических решений по очистке каждого отдельного двигателя и повышает технологические возможности автомобильного предприятия.

УДК 316.422 :061.3

© Кадырова А.А. 2013 г.

## XVIII-АЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ИННОВАЦИЯ-2013»: ФОРМИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ

Кадырова А.А., зам. директора Центра стратегических инноваций и информатизации, канд. техн. наук

*"Innovasiya-2013" halqaro ilmiy- praktik konferenciyasida, qatnashchilarning inovasion-texnologik talablari asosida rivojlanishini oshirish, ularning innovasion madaniyatini shakillantirish, yosh olimlar, ishlab chiqarish vakillari va tadbirkorlar ishtirokini yanada oshirish masalasi ko'yildi.*

*Tayanch iboralar: anjuman, innovatsiya madaniyati, inovasion-texnologik rivojlanish, xalkaro alokalar.*

*The Innovation-2013 conference promotes the development of culture of innovations, participation of scientists, representatives from industry, businessmen and youth for the development of innovative technologies.*

*Keywords: conference, innovative culture, innovative and technological development, development of the international contacts.*

С целью содействия интеграции усилий представителей промышленности, учёных, предпринимателей для решения стратегически важной задачи, выдвинутой Президентом Республики - интенсификации процессов инновационного развития страны, 17-18 октября 2013 г. в г. Ташкенте проведена традиционная XVIII-ая Международная научно-практическая конференция «Инновация-2013».

Первая Конференция была проведена на Родине нашего великого предка Амира Темура в честь его 660-летия в городе Шахрисабзе в 1996 г. Последующие конференции состоялись в городах

Навои, Термезе, Фергане, Бухаре, а с 2001 г. каждую осень проходят в г. Ташкенте.

Конференции проводятся по проекту Межотраслевого Центра стратегических инноваций и информатизации и направлены на формирование инновационной культуры, интенсификацию участия ученых, промышленников, бизнесменов и молодежи в работе по инновационно-технологическому развитию, аккумуляцию и демонстрацию достижений отечественной науки, обмен опытом и развитие международных контактов в области культурного, научного и технического сотрудничества, привлечение иностранных инвестиций



через ознакомление зарубежных участников с большим интеллектуальным и экономическим потенциалом Узбекистана.

Взаимообусловленность и взаимосвязь инновационных процессов, охватывающих различные сферы деятельности человека, априори свидетельствуют о том, что на современном этапе наиболее значительные результаты могут быть получены на стыке различных научных направлений и междисциплинарных исследований на основе взаимного проникновения идей, методов, разработок в результате совместной работы ученых и специалистов самого различного профиля.

Именно поэтому проект данной конференции вобрал в себя такие важнейшие для страны направления, как проблемы молодежи и образования, отраслевые инновации, энерго- и ресурсосбережения, горного дела и металлургии, математики и системного анализа, систем автоматического управления и информационных технологий, экологии, проблем оптимального водораспределения и борьбы с опустыниванием.

Проект конференций является открытым, динамичным и меняет акценты своей работы с учетом мировых тенденций инновационного развития. Самым долгим, самым сложным, одновременно самым необходимым этапом в процессе инновационного развития является формирование в обществе инновационной культуры, т. е. способности понимать необходимость инноваций и своевременно воспринимать эти инновации во всем их многообразии.

В этом отношении за 18 прошедших лет конференции, безусловно, внесли свой вклад в инновационное развитие страны.

Отметим также, что многие добрые начинания, которые, образно говоря, прошли экспертизу на данных конференциях, получили путевку в жизнь и воплощены в виде новых технологий, продуктов и услуг в разных секторах экономики, давших сотни миллионов сум эффекта; в виде десятков защищенных диссертаций. Организаторами конференции «Инновация-2013» выступили Узбекское отделение Международной академии наук Высшей школы, Навоийский горно-металлургический комбинат, Ташкентский государствен-

ный технический университет, Центр Стратегических инноваций и информатизации, Узбекский металлургический комбинат, Республиканский центр «Узбекуку-автоматика».

В работе конференции приняли участие представители Узбекистана, а также зарубежных стран - России, Украины, Казахстана и Белоруссии.

Среди участников конференции - производственники, исследователи, бизнесмены, одаренная молодежь в органичном единстве с кандидатами и докторами наук, профессорами и академиками.

Программа конференции охватила 14 пленарных и 185 секционных докладов.

Конференция вызвала живой интерес научно-педагогической общественности, представителей промышленности и деловых кругов, молодежи, консолидировала мощные научные силы: среди докладчиков 7 академиков, 38 докторов и 70 кандидатов наук, аспиранты, магистранты.

Проведенная конференция будет способствовать формированию инновационной культуры, интенсификации участия ученых, представителей промышленности, предпринимателей и молодежи в работе по инновационно-технологическому развитию; аккумуляции и демонстрации достижений отечественной науки, обмену опытом и развитию международных контактов в области культурного, научного и технического сотрудничества.

Особо следует отметить тот факт, что значительная часть обсужденных докладов содержит результаты внедренных либо завершенных и готовых к внедрению исследований ученых и специалистов Республики.

## ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА В ОБЛАСТИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ: ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Сайидкосимов С.С., доцент кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» ТашГТУ, канд. техн. наук

*«Zamin boyliklarini rasional ishlatishning zamonaviy muammolari» ilmiy-texnik konferensiyasida zamin boyliklarining rasional ishlatishning fan va ishlab chiqarish integratsiyasi to'liq qilinganligi aytib o'tildi. Konferensiya ishida zamin boyliklarini rasional ishlatishning qator muammolari hal qilindi.*

*Tayanch iboralar: zamin boyliklarini rasional ishlatish, ilmiy va texnik-muhandislik potentsiali, innovasion rivojlantirish.*

*In the course of conference called The Present Problems of Reasonable Subsurface Use it was noted that the integration of science and production in the field of subsurface use was achieved. Actual problems connected with reasonable subsurface use were also considered in the conference.*

*Keywords: rational subsurface use, integration, scientific and technical potential, innovative development.*

26 сентября 2013 г. в Ташкентском государственном техническом университете прошла Республиканская научно-практическая конференция на тему «Современные проблемы рационального недропользования». Организаторами конференции были Ташкентский государственный технический университет, Государственное предприятие «Навоийский горно-металлургический комбинат», ОАО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», ОАО «Узбеккумир» и унитарное предприятие - Дехканабадский завод калийных удобрений.

Конференция послужила решению первоочередных проблем по интенсификации процессов инновационного развития в следующих ключевых направлениях недропользования, охваченных четырьмя секциями:

Инновационные методы геологического обеспечения горных работ.

Актуальные проблемы способов и технологий разработки месторождений полезных ископаемых.

Обогащение полезных ископаемых и металлургия.

Горные машины и горная электромеханика.

В рамках конференции прошло заседание круглого стола по тематикам:

- настоящее и будущее подготовки кадров с высшим образованием для горной и металлургической отраслей промышленности;

- проблемы горной экологии и промышленной безопасности.

В работе конференции приняли участие: профессорско-преподавательский состав, ученые, магистры, стажёры - исследователи Ташкентского государственного технического университета, Навоийского государственного горного института, Ташкентского химико-технологического института, Каршинского инженерно-

экономического института, институтов АН РУз., специалисты Навоийского горно-металлургического комбината, Алмалыкского горно-металлургического комбината, ОАО «Узбеккумир», ученые и специалисты некоторых зарубежных стран.

Всего было заявлено 130 докладов, из них 9 на пленарном заседании, остальные доклады были заслушаны на секционных заседаниях.

На заседании круглого стола приняло участие примерно одинаковое количество представителей науки, вузов и производства, что свидетельствует об их взаимном интересе к обсужденным вопросам.

Основой консенсуса их интересов стала атмосфера живого общения на семинаре: активное обсуждение насущных вопросов, предложения по совершенствованию подготовки специалистов с высшим образованием для горной и металлургической отраслей промышленности и механизму реализации государственных задач по экологической и промышленной безопасности при рациональном освоении недр с учетом соблюдения баланса интересов всех участников недропользования.

Актуальность проведения конференции обусловлена, в первую очередь, необходимостью совершенствования методологии определения и оценки полноты и качества разработки месторождений твердых полезных ископаемых, как части общей проблемы рационального комплексного и безопасного освоения ресурсов недр и разработка рекомендаций по реализации требований Единых правил охраны недр и безопасного недропользования.

Особый интерес участников конференции вызвали вопросы повышения полноты извлечения запасов, снижения потерь при проектировании и эксплуатации месторождений полезных ископаемых, комплексного использования минеральных ресурсов.



В рамках программы конференции участники ознакомились с кафедрами и научными лабораториями ТашГТУ, научными разработками, выполняемыми на этих кафедрах, авторами учебников и учебно-методических пособий, посвященных проблемам недропользования.

Конференция получила положительную оценку гостей и участников, которые считают, что поставленная цель объединения производственного, научного и инженерно-технического потенциала в лице недропользователей, представителей горно-металлургической отрасли, вузовской и академической наук для решения задач рационального освоения недр достигнута.

Тем не менее, по результатам обсуждения представленных докладов, в ходе дискуссии, обмена мнениями было обращено внимание на некоторые насущные проблемы, связанные с рациональным недропользованием:

**В области нормативно-правового обеспечения недропользования:**

В Узбекистане отсутствуют институты, занимающиеся целевыми научными исследованиями в области рационального недропользования.

Горно-обогатительные предприятия в своей деятельности руководствуются устаревшими нормативными документами, которые не отражают требования закона «О недрах» и других законодательных актов Республики Узбекистан, принятых после приобретения независимости. Поэтому конференция считает целесообразным создание при ТашГТУ научного центра по проблемам рационального недропользования, наделив его полномочиями по разработке нормативно-правовых и нормативно-технических документов в области рационального, комплексного использования и охраны недр.

**В области подготовки специалистов с высшим образованием для горно-металлургической отрасли:**

В действующем классификаторе образовательных направлений и специальностей высшего образования отсутствуют или они неправомерно объединены под

общим названием не регламентированными трудовыми нормативными актами, но лицензируемыми как виды деятельности, такими как, например, «Маркшейдерское дело», «Обогащение полезных ископаемых», «Шахтное и подземное строительство», «Физические процессы горного производства», «Горная электромеханика», «Промышленная безопасность» и др.

Необходимо внести изменения в классификатор образовательных направлений и специальностей и начать подготовку бакалавров и магистров по выше перечисленным образовательным направлениям. В противном случае предприятия, связанные с использованием недр будут испытывать кадровый голод в специалистах, указанных направлений, что приведет к нарушению требований закона РУз «О недрах» и других законодательных актов, связанных с недропользованием.

Требует переосмысливания практика подготовки специалистов в вузах Российской Федерации. Участники конференции считают, что лучше концентрировать силы и средства, направляемые на подготовку специалистов за рубежом, в ведущие вузы Республики, которые, несомненно, дадут положительные результаты в ожидаемой перспективе, без потерь и риска.

**В области обеспечения безопасности на предприятиях, связанных с недропользованием:**

В Узбекистане нет организации, где конкретно ведется НИР в области экологической и промышленной безопасности. Нормативно-правовые и нормативно-технические документы разрабатываются организациями и предприятиями, которые при их подготовке лоббируют собственные интересы.

В подготовке экспертов в области промышленной безопасности игнорируется участие профессорско-преподавательского состава ВУЗов и НИИ. В «Положении о подготовке и аттестации экспертов в области промышленной безопасности» научно-педагогический стаж не приравнивается к производственному стажу по специальности.

Обучением, подготовкой и аттестацией экспертов и аккредитацией экспертных организаций занимается отдел аккредитации ГИ «Саноатгеоконтехназорат» без участия научных и общественных организаций республики.

Следует пересмотреть Положение о подготовке и аттестации экспертов по отраслям промышленности с учетом рекомендаций конференции.

**IV. В области развития угольной отрасли в Узбекистане:**

Активизировать участие ВУЗов и НИИ Республики Узбекистан в реализации программы модернизации угольной промышленности.

Содействовать возобновлению исследований по геологоразведке угольных месторождений.

Организовать курсы по подготовке и переподготовке работников угольной отрасли в области промышленной безопасности. Выполнение хоздоговорных НИР направить в первую очередь по научному обоснованию разгрузки оползней и оценки устойчивости бортов разреза (Ангренинский), а также разработки рекомендаций по снижению влияния водного режима месторождения на безопасность бортов разреза.

Разработать новые и совершенствовать существующие нормативно – правовые и нормативно – технические документы, направленные на обеспечение экологической и промышленной безопасности в области недропользования в угольной отрасли.

Организовать новую кафедру «Разработка угольных и пластовых месторождений» на факультете «Геология и горное дело» ТашГТУ. Включить в классификатор новое образовательное направление бакалавриата «Разработка угольных месторождений» и специальностей магистратуры – «Разработка угольных месторождений (открытым способом)», - «Разработка угольных месторождений (подземным способом)» и начиная с

2014/2015 учебного года организовать в ТашГТУ подготовку кадров по указанному образовательному направлению бакалавриата и специальностей магистратуры.

В целях укрепления корпоративных связей, интеграции науки и образования, эффективного использования производственных мощностей и внедрений достижений науки в угольную отрасль создать филиал кафедры ТашГТУ в учебном центре ОАО «Узбеккумир» в городе Ангрени с привлечением опытных специалистов для ведения занятий и учебно-производственных практик студентов факультета геология и горного дела ТашГТУ.

Рекомендовать МВиССО и ГП НГМК рассмотреть вопрос о целесообразности передачи Алмалыкского филиала Навоийского государственного горного института в состав Ташкентского государственного технического университета.

Оргкомитет благодарит Координационный комитет по развитию науки и технологий при Кабинете Министров Республики Узбекистан, ОАО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», Министерство высшего и среднего специального образования за поддержку инициативы ТашГТУ по проведению данной конференции.

УДК 622.73/74

© Базаров М.Б., Кульмуратов Н.Р., Рахматов С.С. 2013 г.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДРОБИЛЬНО- СОРТИРОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Базаров М.Б., зав. кафедрой «Автоматизация и управление технологическими и производственными процессами» НГГИ, докт. техн. наук, профессор; Кульмуратов Н.Р., ст. преп. кафедры «Технология машиностроения, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» НГГИ; Рахматов С.С., бакалавр НГГИ

*Ushbu makolada avtomatlashtirilgan maydalash - saralash ishlab-chiqarishi jarayonini, kutilmali ommaviy xizmat kursatish tizimi sifatida, unumdorlik buyicha samaradorligini sonli baxolashni adaptiv algoritmi taklif etilgan*  
*Tayanch iboralar: adaptiv algoritmi, mehnat unumdorligi, rudani joylash sharti, maydalangan kon jinsining fraksiya tarkibi.*

*This article proposes an adaptive algorithm of the numeric evaluation of production efficiency of automated crushing-and-sorting production as delay queuing system.*

*Keywords: adaptive algorithm, productivity, loading conditions, fractional structure of a product of crushing.*

Данная работа является логическим продолжением работы [1], где разработана структурная схема автоматизированного дробильно-сортировочного производства (АДСП), как организация из совокупности составляющих элементов с учетом всех возможных взаимосвязей; определены особенности функ-

ционирования элементов схемы, обусловленные необходимостью автоматизации дробильно-сортировочного производства (ДСП). Введены понятия верхнего и нижнего уровня решаемых задач АДСП; определен перечень задач АДСП для верхнего уровня, функционирующего в режиме централизо-

ванного управления, и для нижнего уровня управления технологическим процессом дробления и сортировки.

С целью создания эффективного АДСП необходимо разработать новые математические методы, адаптивные управляющие алгоритмы и программы для решения задачи оптимального управления процессом дробления для нижнего уровня технологического процесса при стохастическом характере крупности исходного материала, обеспечивающие требуемое значение крупности продукта дробления при минимальных потерях процесса управления (рис. 1).

В данной работе предлагается математическая модель ДСП как система массового обслуживания (СМО) с ожиданием.

### 1. Постановка задачи оценки эффективности ДСП.

ДСП в зависимости от требований заказчика должно обеспечивать не только заданную рецептуру горной породы, но и объем отпускаемой готовой продукции. Модульный принцип построения ДСП позволяет решить эту задачу, выбирая соответствующую технологическую структуру объединения модулей ДСАП. Сравнение моделей ДСП должно вестись по принятому критерию эффективности. В наиболее общем виде показатель эффективности принято представлять в виде:

$$W = W[\xi(u), \eta_1, \dots, \eta_s], \quad (1)$$

где  $\xi(u)$  - случайный процесс, описывающий поведение рассматриваемой системы;

$\eta_1, \eta_s$  - различные факторы и варьируемые параметры системы.

Конкретный вид показателя эффективности, безусловно, зависит от характера и типа операции, ее целевой направленности, а также от задачи исследования, которая может быть поставлена в той или иной форме.

Производительность ДСП - это количество продукта дробления требуемого фракционного состава, выраженное в определенных единицах измерения (системных или внесистемных), вырабатываемое за определенный период времени. Как известно, различают три категории производительности: теоретическую, техническую и эксплуатационную [2]. В данной работе будем использовать категорию только теоретической производительности, которая определяется как выработка ДСП в единицу времени в условиях непрерывной работы при расчётных скоростях рабочих органов, расчётных нагрузках и расчётно-условной производственной обстановке. При этом, разрабатывая метод оценки эффективности ДСП по показателю производительности, будем использовать понятие относительная производительность. Использование этого понятия как критерия сравнения, позволяет производить сравнительную оценку по эффективности различных технических устройств.

Для решения практических задач оценки эффективности ДСП будем предполагать, что все неопределенности его параметров являются стохастическими, обладающие свойством статической устойчивости. Это означает, что все неизвестные параметры  $\xi$  представ-

ляют собой случайные величины (или случайные функции), статистические характеристики которых известны.

Выберем в качестве обобщенного показателя эффективности ДСП его производительность. Подобные задачи оценки эффективности возникают при исследовании возможностей создания ДСП функционирующего в условиях случайных во времени требований на поставки продуктов дробления и сроков их выполнения. Решение прямой и обратной задачи оценки эффективности по показателю производительности, позволяет определить параметры производства, обеспечивающие максимальную, либо требуемую производительность. Эта задача решается на более высоком уровне и позволяет разработать одну из его возможных рациональных технологических схем объединения модулей ДСАП.

### 2. Математическая модель ДСП как СМО с ожиданием.

Анализ возможных способов взаимодействия ДСП и заказчика его продукции, показал, что указанное производство можно рассматривать как многоканальную систему массового обслуживания (СМО) с ожиданием. Действительно, такая система состоит из  $n_i$  обслуживающих дробильных агрегатов ДСП  $i$ -го типа, число которых ограничено. Очевидно, что число источников требований, в условиях случайного спроса на продукты дробления тоже ограничено и составляет  $m$  источников. Будем предполагать, что на вход ДСП поступает простейший поток требований с плотностью  $\lambda$ , а время обслуживания одного требования является случайной величиной, распределенной по показательному закону с параметром  $\mu$ . Если число требований, нуждающихся в обслуживании, превысит количество обслуживающих дробильных агрегатов, то образуется очередь требований. При этом поток поступающих требований ограничен, т. е. в системе обслуживания не может находиться больше  $m$  требований.

Такая постановка задачи для СМО с ожиданием известна [3, 4]. Решение задачи оценки вероятности состояния исследуемой системы проводится, как правило, в режиме финальных вероятностей по достаточно громоздким аналитическим методикам. В работе, учитывая требования к ДСП по широкому использованию ЭВМ и микропроцессоров, по совмещению программного и адаптивного управления производством, разработан нетривиальный адаптивный численный алгоритм оценки производительности ДСП как СМО с ожиданием, с выбором шага интегрирования системы дифференциальных уравнений состояния ДСП путем тестирования надежности программы методом последовательного анализа.

Исследуем нестационарный процесс обслуживания системы с  $S_j$  состояниями, где  $j=0, \dots, m$  - число требований, находящихся в системе,  $n < m$  - число дробилок;  $S_0$  - в СМО требований нет (все дробилки свободны);  $S_1$  - одно требование, занята одна дробилка, остальные дробилки свободны;  $S_2$  - два требования, заняты дробилки;  $S_{j-1}$  -  $j-1$  требований (очереди нет), заняты все  $j-1$  дробилок;  $S_m$  -  $(m-n)$  требований (очередь), заняты все и дробилки.

Таким образом, имеем  $n$  - канальную систему с ожиданием, в которой количество требований, стоящих в очереди, ограничено числом  $t$ . Число состоя-

ний системы конечно, так как общее число заявок, связанных с системой не может превышать  $t$ , а очередь может возникнуть лишь при условии, что число агрегатов  $n < t$ .

Этот случай представляет наибольший практический интерес, так как нет никакого смысла выделять для обслуживания  $t$  требований агрегатов больше чем  $n$ , поскольку в этом случае часть из них будет неизбежно простаивать, и соответственно, общая производительность ДСП будет падать.

С этой точки зрения желательно добиться такой производительности ДСП, чтобы все его дробильные агрегаты были предельно загружены. Выбрав в качестве критерия сравнения различных технологических схем производства минимальные потери производительности, можно синтезировать по этому критерию оптимальное производство.

Рассматриваемый нестационарный процесс обслуживания может быть описан системой дифференциальных уравнений, для вероятностей состояний  $S_j$ :

$$\begin{cases} \frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda \cdot m \cdot P_0(t) + \mu \cdot P_1(t), & (k=0) \\ \dots \\ \frac{dP_k(t)}{dt} = (m-k+1)\lambda \cdot P_{k-1}(t) - (m\lambda - k\lambda + k\mu)P_k(t) \\ + (k+1) \cdot \mu \cdot P_{k+1}(t), & (0 < k < n) \\ \dots \\ \frac{dP_k(t)}{dt} = (m-k+1)\lambda \cdot P_{k-1}(t) - (m\lambda - k\lambda + n\mu)P_n(t) \\ + n \cdot \mu \cdot P_{k+1}(t), & (n \leq k \leq m) \\ \dots \end{cases} \quad (2)$$

Здесь  $P_k(t)$  - вероятность нахождения системы в состоянии  $k$  в любой момент времени  $t$ .

Начальные условия

$$t = 0; P_0(0) = 1; P_1(0) = \dots = P_k(0) = \dots = P_m(0) = 0. \quad (3)$$

Зная последовательность значений  $P_0(t); P_1(t); \dots; P_m(t)$ , удовлетворяющих системе уравнений (2) и начальным условиям (3), при фиксированных значениях  $\lambda, \mu, n, m$  можно получить совокупность стационарных вероятностей состояния системы  $\pi_k = \lim_{t \rightarrow \infty} P_k(t)$ ,  $t \rightarrow \infty$ .

Если допустить, что производительность одной дробилки  $i$ -го типа ( $i=1, \dots, N$ ) равна единице, то относительная производительность ДСП может быть вычислена по следующей формуле:

$$Q_c = \sum_{i=1}^N Q_{oi} = \frac{1}{\Theta(\rho)} \sum_{i=1}^N n_i, \quad (4)$$

где  $Q_{oi}$  - относительная производительность всех  $n_i$  дробильных агрегатов  $i$ -го типа;

$\Theta(\rho)$  - функция потери производительности.

Функция  $\Theta(\rho)$  определяет потери производительности ДСП вследствие простоя дробильного оборудования при соответствующей загрузке производства  $\rho = \lambda/\mu$ , оцениваемой отношением среднего числа неза-

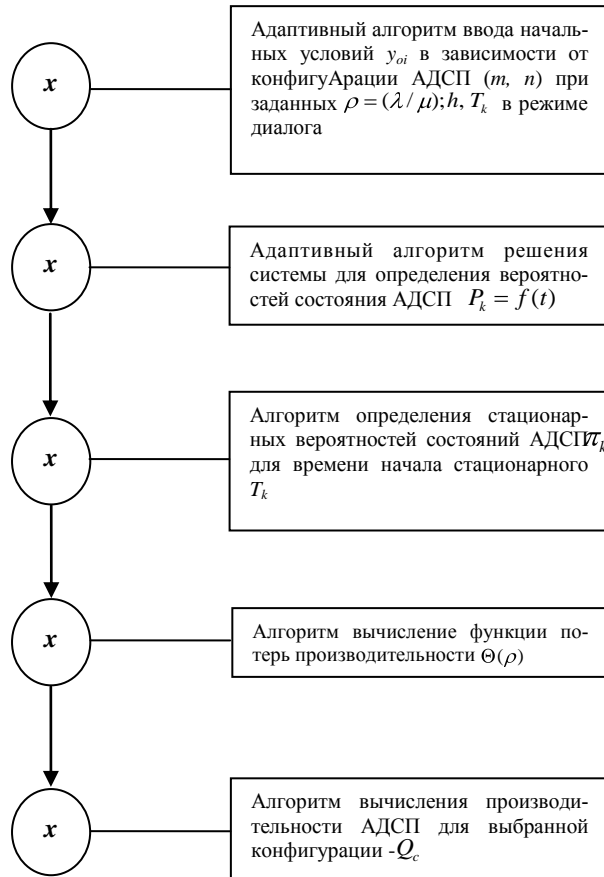


Рис.1. Блок-схема алгоритма оценки АДСП по производительности

нятых дробилок к их общему числу. Выражение для функции потери производительности можно записать так:

$$\Theta(\rho) = 1 + M_p, \quad (5)$$

Коэффициент простоя обслуживающей дробилки равен:

$$M_p = \frac{\sum_{k=1}^{n_i} (n_i - k) \pi_k(\rho)}{n_i},$$

где числитель выражения  $M_p$  - среднее число незанятых дробилок;

$\pi_k(\rho)$  - совокупность стационарных вероятностей состояния системы;

$n_i$  - число дробилок  $i$ -го типа.

Рассмотрим задачу оптимизации относительной производительности ДСП как СМО с ожиданием, состоящего из  $n_i$  дробилок  $i$ -го типа, с длиной очереди  $t > n_i$  и загрузкой производства  $\rho = \lambda/\mu$ , определяемой отношением интенсивностей потока требований и потока обслуживания требований соответственно.

Запишем задачу оптимизации ДСП по производи-

тельности в виде:

$$Q_c = \frac{1}{\Theta(p)} \sum_{i=1}^N Q_{oi} \rightarrow \max \quad (6)$$

Анализ выражения (6) показывает, что получение максимума производительности ДСП, выбранной конфигурации, возможно при условии обеспечения минимума  $\Theta(p)$ . Запишем эту задачу на минимум в виде:  $\Theta(p) \rightarrow \min, p \in X$

При этом  $\Theta$  является целевой функцией,  $X$  - допустимым множеством,  $p \in X$  - допустимой точкой задачи (6).

Рассматриваемая задача является задачей безусловной оптимизации, так как допустимое множество  $X$  лежит в евклидовом пространстве  $R$ .

Очевидно, что для получения максимальной относительной производительности глобальный минимум функции потерь на множестве значений загрузки производства  $p$  должен стремиться к единице.

При решении инженерных задач оценки эффективности они формулируются обычно в прямой или в обратной постановке. Дадим формулировку прямой и обратной задачи оценки эффективности применительно к исследуемому в работе ДСП.

**Прямая задача.** Для выбранной конфигурации производства, определяемой числом дробильных агрегатов -  $n$  и возможной длиной очереди заявок на обслуживание  $m$  ( $m > n$ ), определить такое значение загрузки производства  $p = \lambda/\mu$ , при которой обеспечивается минимум потерь и максимум производительности.

**Обратная задача.** При заданной загрузке производства  $p$  определить такую конфигурацию производства ( $m, n$ ), при которой обеспечивается минимум потерь и максимум производительности.

В данной работе, при оценке эффективности ДСП путем решения задачи оптимизации относительной производительности, будем анализировать получаемые результаты с учетом формулировки прямой и обратной постановки задачи.

**3. Адаптивный алгоритм оценки эффективности ДСП по производительности.** Представим структуру алгоритмического комплекса по оценке и оптимизации относительной производительности, для выбранной конфигурации производства ( $m, n$ ) и переменных значениях загрузки  $p$ , в виде информационной блок -схемы (рис. 1). Узел  $x_i$  изображает частную реализацию  $i$ -го алгоритма, а знак  $\downarrow$  - направление передачи информации между алгоритмами. На выносках блок-схемы указано содержание каждого алгоритма соответствующего узла блок-схемы и его математическое обеспечение. Очевидно, что ключевым алгоритмом всей структуры является алгоритм (узел  $x_2$ ) определения вероятностей состояния АДСП для выбранной конфигурации производства в любой момент времени в условиях неопределенности значений загрузки производства.

Получив стационарные значения вероятностей состояния ДСП, можно по выражениям (5) и (6) вычислить значения функции потерь производительности

и относительной производительности.

Анализ полученных результатов, в зависимости от вида решаемой задачи оптимизации, позволяет принять решение на продолжение вычислений прямым перебором либо значения загрузки производства, либо параметров конфигурации производства.

Как было показано выше, для фиксированных значений  $m$  и  $n$ , система (2) состоит из конечного числа уравнений. С изменением конфигурации производства, обусловленной неопределенностью загрузки производства, изменяется число уравнений системы. Это означает, что если разрабатываемый алгоритм отвечает требованию массовости, то он должен обеспечить оперативную адаптацию своей структуры к подобным изменениям входных данных.

Поскольку получение аналитического решения системы (2) в рамках принятых допущениях и исходных данных, встречает непреодолимые трудности. Известные решения найдены только в самом общем виде и для весьма ограниченного типа СМО [2-5], поэтому, как было отмечено выше, в данной работе разработан численный алгоритм получения вероятностей состояния производства в любой момент времени.

Выберем для решения системы дифференциальных уравнений (2) при начальных условиях (3) известную вычислительную схему Рунге-Кутты с постоянным шагом. Эта схема считается основной среди одношаговых методов и позволяет получить вычислительные схемы высокой точности [6]. Известно, что погрешность метода Рунге-Кутты четвертого порядка на одном шаге составляет порядок  $h^5$ , где  $h$  - шаг интегрирования. Уравнения системы (1) являются нестационарными, поскольку содержат в правой части независимую переменную  $t$ . Существуют алгоритмы метода Рунге-Кутты, эффективно реализуемые на ЭВМ, но ориентированные на решение только стационарных систем. Приведем систему (2) к стационарной эквивалентной системе введением новых переменных:

$$y_0 = t, y_1 = P_0, y_2 = P_1, \dots, y_{k+1} = P_k, \dots, y_{m+1} = P_m$$

$$\frac{dy_0}{dt} = 1,$$

$$\frac{dy_{k+1}}{dt} = -m\lambda y_{k+1} + \mu y_{k+2}, \quad (k = 0)$$

$$\frac{dy_{k+1}}{dt} = (m - k + 1)\lambda y_k - [(m - k)\lambda + k\mu] y_{k+1} +$$

$$(k + 1)\mu y_{k+2}, \quad (0 < k < n)$$

(7)

$$\frac{dy_{k+1}}{dt} = (m - k + 1)\lambda y_k - [(m - k)\lambda + k\mu] y_{k+1} +$$

$$n\mu y_{k+2}, \quad (n \leq k < m)$$

Начальные  $\frac{dy_{m+1}}{dt} = \lambda y_m - n\mu y_{m+1},$  условия:

(8)

Нами разработан алгоритм численного интегрирования стационарной системы дифференциальных уравнений состояния АДСП (7) при начальных условиях (8) по формулам метода Рунге-Кутты четвертого порядка. Разработанный алгоритм отвечает и требованию адаптации программного обеспечения. Он достаточно просто адаптируется к условиям изменения параметров конфигурации производства при проектировании алгоритма.

Далее, используя в работе блок - схему (рис. 1) и структурную схему алгоритма численного метода Рунге-Кутты разработан адаптивный алгоритм оценки эффективности АДСП по производительности. Ниже приводится его описание с использованием нотации алгоритмического языка высокого уровня.

**Алгоритм.** Оценка эффективности АДСП по производительности.

**Вход:**

**Выход:**

**Метод:** а) метод Рунге-Кутты использует четыре массива  $y_i, T_k$  массив для получения искомого значения  $\Theta(p)$ , вероятности на  $(k+1)$ -ом шаге интегрирования  $(y_{k+1})(i=0, \dots, m+1)$ ;  $t_i$ - массив для хранения значений вероятностей  $k$ - го состояния системы, полученных на  $k$ -ом шаге интегрирования  $(y_k)(i=0, \dots, m+1)$ ;  $r_i$  - массив для образования аргументов правых частей  $(i=0, \dots, m+1)$ ;  $p_i$  - массив значений правых частей  $(i=0, \dots, m+1)$ ;  $a_j = \{1, 2, 2, 1\}, (1, \dots, 4)$ , массив коэффициентов Рунге;  $y_{oi} = \{0, 1, 0, \dots, 0\}$  - массив начальных условий.

б) метод вычисления функции потерь  $\Theta(p)$  и относительной производительности  $Q_c$ .

1) ввод исходных данных в режиме диалога  $m, n, \lambda, \mu, h, T_k$ ;

2) адаптивный ввод массива начальных условий  $y_{oi}$  и запись его в массив на предыдущем шаге  $t_i$ :

для  $i = 0$  до  $m+2$  через 1 цикл  $y_{oi} = 0$

если  $i = 0$  то  $y_{oi} = 1$

для  $i = 0$  до  $m+2$  через 1 цикл  $t_i = y_{oi}$ ;

3) заголовок цикла вычисления вероятностей состояния системы на каждом шаге интегрирования (начало алгоритма  $x_2$ ):

**повторять;**

4) засылка начальных условий из массива  $t_i$  в массивы  $y_i$  и  $r_i$ , (стартовая точка):

для  $i := 0$  до  $m+2$  через 1  $y_i = r_i = t_i$ ;

5) заголовок цикла на 4 - по числу обращений к счету правых частей:

для  $j := 0$  до 3 через 1 цикл;

б) адаптивное формирование уравнений для вычисления массива правых частей  $p_i$ :

для  $k = 0$  до  $m + 2$  через 1 цикл

если  $k = 0$  то

если  $k > 0$  и  $k < n$  то

$p_0 := 1$ ;

$$p_{k+1} := (m - k + 1) \cdot \lambda \cdot r_k - (\lambda \cdot (m - k) + k \cdot \mu) \cdot r_{k+1} +$$

$$p_{k+1} := -m \cdot \lambda \cdot r_{k+1} + \mu \cdot r_{k+2};$$

$$+ (k + 1) \cdot \mu \cdot r_{k+2};$$

если  $k > n$  и  $k < m$  то

$$p_{k+1} := (m - k + 1) \cdot \lambda \cdot r_k - (\lambda \cdot (m - k) + n \cdot \mu) \cdot r_{k+1} +$$

$$+ n \cdot \mu \cdot r_{k+2};$$

если  $k > = m$  то

7) промежуточные суммы и окончательный результат на каждом шаге получаются в массиве  $y_i$ :

$$p_{k+1} := \lambda \cdot r_k - n \cdot \mu \cdot r_{k+1}$$

для  $i := 0$  до  $m+2$  через 1 цикл

8) выход из цикла на 4 обращения к счету правых частей при  $j = 3$  (начальное значение  $j = 0$ ): иначе засылка в массив  $r_i$  аргументов для очередного обращения к счету правых частей:

если  $j = 3$  то на 1

иначе для  $i := 0$  до  $m+2$  через 1 цикл

$$r_i := t_i + h / a_{j+1} \cdot p_i;$$

9) подготовка начальных данных для следующего шага:

для  $i := 1$  до  $m+2$  через 1 цикл  $t_i := y_i$ ;

10) конец цикла вычисления по шагам вероятностей состояния системы по времени, наступающий в момент достижения значения времени  $T_k$ , которое соответствует времени установления стационарного режима системы (конец алгоритма  $x_2$ ):

до  $y_0 > = T_k$ ;

11) алгоритм  $x_3$  вычисления стационарных вероятностей состояния АДСП, соответствующих времени

для  $i := 1$  до  $m+2$  через 1 цикл

12) алгоритм  $x_4$  вычисления функции потерь производительности

- вычисление коэффициента простоя дробилки  $M_p$ ;

для  $k := 0$  до  $n-1$  через 1 цикл  $x_4$ ;

- вычисление функции потерь производительности:

$$\Theta := 1 + M_p / n; \quad M_p := M_p + (n - k) \cdot \pi_k;$$

13) вычисление относительной производительности АДСП (алгоритм  $x_5$ ):

$$Q_c := n / \Theta.$$

Предложенный адаптивный алгоритм обеспечивает значения выходных данных  $(\Theta, Q_c)$  в широком диапазоне значений параметров входной спецификации  $(m, n, \lambda, \mu)$  не противоречащих физическому смыслу.

При решении данной задачи в качестве инструментального средства для создания программ, выбрана система программирования Java. Выбор этой

системы обусловлен тем, что она является современной объектно-ориентированной средой разработки надежного, безопасного, многоплатформенного (под различные операционные системы) прикладного программного обеспечения, которое может быть использовано в АДСП.

**5. Краткое описание программы численной оценки эффективности АДСП как системы массового обслуживания с ожиданием по производительности.** На базе алгоритма проведено объектно-ориентированное проектирование программы и написан ее текст на языке программирования Java. Особенностью этой программы является то, что она является Java-апплетом, который может запускаться с помощью браузеров Web, размещенных на различных платформах в сети Internet.

В ходе объектно-ориентированного проектирования разработана структура классов, название которых соответствует физическому смыслу задач, решаемых программой. Состав классов: *Smo\_Drob*, *Menu\_Drob*, *Smo\_Dialog*, *Rungel*, *EmpRecOm*, *Decr\_dtime*, *Text\_Tablelm* и *GraphTestlm*.

Дадим краткую характеристику каждому классу в отдельности.

*Класс Smo\_Drob.* Объект этого класса запускает программу-апплет в среде браузеров Web. Создает объект класса *Menu\_Drob* и посылает сообщения на выполнение методов этого класса.

*Класс Menu\_Drob.* Объект представляет собой меню пользовательского интерфейса для ввода исходных данных и выхода из вычислительной среды браузеров.

*Класс Smo\_Dialog.* Создаваемый объект представляет собой окно диалога пользовательского интерфейса для ввода значений данных входной спецификации  $m$ ,  $n$ ,  $\lambda$ ,  $\mu$ ,  $h$ ,  $T_k$  и посылки сообщений объектам классов *Rungel*, *Text\_Tablelm*.

*Класс Rungel.* Объект класса, получив сообщение от объекта класса *Smo\_Dialog* с параметрами, которые являются исходными данными,

методом *runge4\_4()* обеспечивает проведение вычислительного процесса.

Выводит на консоль: текущее значение вероятностей состояния АДСП -  $p_i(t)$  стационарные значения вероятностей состояния АДСП -  $\pi_k(T_k)$ , функцию потери производительности -  $\Theta(p)$  и производительность -  $Q_c$  Создает объект класса *EmpRecOm* для формирования динамической структуры (объекта) *vector* класса *Vector*. Объект *vector* используется для построения в окнах пользовательского интерфейса табличных и графических функций вероятности состояний производства во времени.

*Класс EmpRecOm.* Объекты класса являются компонентами динамической структуры *vector* класса *Vector*.

*Класс Decr\_dtime.* Объект является окном, в которое помещается сообщение об ошибке и необходимости коррекции текущего шага интегрирования. Посылает сообщение объекту класса *Smo\_Dialog* на ввод корректированного шага.

*Класс Text\_Tablelm.* Объект класса, получив сообщение на формирование табличной функции вероятности состояния производства во времени, реализует свой метод и строит таблицу.

*Класс GraphTestlm.* Объект класса, получив сообщение на построение графика зависимости вероятности состояния производства от времени, строит график с помощью метода *paint()*.

Таким образом, в работе разработан адаптивный алгоритм и программа численной оценки эффективности АДСП как системы массового обслуживания с ожиданием по производительности.

Алгоритм может быть использован для определения оптимальных параметров производства при его переналаживании, в условиях неопределенности загрузки, обусловленной случайным спросом на количество и фракционный состав продукта дробления.

#### Список литературы:

1. Базаров М.Б., Кульмуратов Н.Р. Разработка структурной схемы и математическую модель автоматизированного дробильно-сортировочного производства // Химическая технология. Контроль и управление. Ташкент, - № 2. - 2013. - с.45-49.
2. Шаракшанэ А. С, Халецкий А. К., Морозов И. А. Оценка характеристик сложных автоматизированных систем. - М.: Машиностроение. - 1993.-227 с.
3. Гнеденко Б.И., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. М.; Наука, 1966. - 423 с.
4. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. -М.: Высшая школа. - 2000. -383 с.
5. Розенберг В.Я., Прохоров А.И. Что такое теория массового обслуживания. - М.: Советское радио. -1965.- 256 с.
6. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Т. 2. -М.: Физматгиз, 1962. -640 с.

## ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО – МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ В ПЕРИОД ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

Муродов Н.М., декан Бухарского филиала Ташкентского института ирригации и мелиорации, докт. техн. наук; Муродов Ш.М., зав. кафедрой «Механика» Бухарского инженерно - технологического института, канд. техн. наук

*Maqolada tuproqqa asosiy ishlov berish davrida uning fizik – mexanik xossalari o'rganish natijalari keltirilgan. Tuproqning fizik – mexanik xossalari tuproqqa ishlov beruvchi mashinaning ish rejimlarini asoslashda va ishchi organlarning konstruksiyalarini yaratishda asosiy omil ekanligi aniqlangan.*

*Tayanch iboralar: tuproq, fizik – mexanik xossalari, asosiy ishlov berish.*

*Results of research work on physical and mechanical properties of soil during its main cultivation are presented in this article. It is established that physical and mechanical properties of soil act as defining factors in design development of working elements and justification of operating modes of soil-cultivating machines. They mainly depend on the type and texture of soil.*

*Key words: polishing the soil, two layer of plow, up and down forms, dumper of surface.*

Исследованиями [1] установлено, что физико-механические свойства почвы являются определяющими факторами при создании конструкции рабочих органов и в обосновании режимов работы почво-обрабатывающих машин. Они главным образом зависят от типа и механического состава почвы.

Одним из главных факторов, влияющих на обработку почвы с точки зрения агротехники и энергетики независимо от типа и механического состава является влажность, твердость и плотность почвы обрабатываемого горизонта.

Содержание влаги в почве в значительной степени влияет на ее механическую прочность и следовательно на ее обработку. Почвы с малым содержанием влаги имеют большую механическую прочность, при их обработке образуется множество глыб, крупных комков, поэтому тяговое сопротивление почвообрабатывающих рабочих органов имеет большее значение. Влажная почва из-за значительной пластичности крошится, плохо залипает на поверхности рабочих органов.

Изучена влажность и твердость почв в типичных условиях на фоне по старопашне давнего орошения, вышедшей из под хлопчатника и люцерны, при этом влажность и твердость почвы определялась по стандартной методике.

Твердость почвы определена с помощью современного ручного твердомера (голландской конструкции), при этом применены в зависимости от состояния почвы различные наконечники конической формы. Средняя погрешность показания прибора не превышает  $\pm 8\%$  [1].

Из полученных данных [2] влажность и твердость почвы во многом зависит от агротехнического фона и глубины горизонта (табл. 1). Наблюдается, также увеличение твердости подпахотного слоя (ниже 30 см) в 2-3 раза больше, чем в пахотном.

В зависимости от агротехнического фона и предшественника изменение влажности и твердости почвы по глубине отличается друг от друга, так, например, на хлопковом поле в пахотном слое на глубине 0-30 см влажность почвы с увеличением глубины увеличивается от 12,32 до 14,83%, при этом твердость почвы увеличивается от 1,65 до 2,72 МПа, в дальнейшем, на глубине 30-50 см влажность почвы снижается до 10,05%, а твердость почвы резко увеличивается до 6,25 МПа.

В люцерновом поле влажность почвы в горизонтах 0-50 см колеблется от 11,25 до 16,81%, при этом твердость почвы на глубине 0-30 см увеличивается от 2,18 до 3,27 МПа, а в дальнейшем ее увеличением глубины слоя почвы твердость ее увеличивается до 5,65 МПа. В период основной обработки почвы влажность почвы составляет от 10,05 до 14,83%, вместо оптимальной - 17-18%, что способствует увеличению твердости почвы и требует дополнительных энергетических затрат для обработки почвы.

Отсюда можно сделать вывод в том, что твердость почвы по глубине во многом зависит от предшественника и количества агротехнических

Таблица 1

Массовая влажность и твердость пахотного и подпахотного горизонтов почвы (серозем давнего орошения) по данным [2]

Горизонт, см	По фону хлопчатника		По фону люцерны	
	Влажность, %	Твердость, МПа	Влажность, %	Твердость, МПа
0-10	12,32	1,65	12,97	2,18
10-20	14,83	1,79	15,24	2,68
20-30	14,32	2,72	16,81	3,27
30-40	13,21	2,03	14,76	3,85
40-50	10,05	6,25	11,25	5,65

приемов обработки почвы. Кроме твердости почвы, на развитие растений, урожайность хлопчатника и других сельскохозяйственных культур влияет плотность ее сложения. Изучение плотности почвы на хлопковой старопахше проводилось при глубине грунтовых вод, равной 1,8 - 2,0 м.

Почвы луговые, давнего орошения, по механическому составу среднесуглинистые, слабозасоленные.

Определение плотности почвы в зависимости от исходной влажности в различных типах почвы представлены на рис. 1.

Полученные данные показывают, что во всех изучаемых почвах верхние горизонты (0-30 см) имеют удовлетворительную плотность в пределах 1,3-1,35 г/см<sup>3</sup>, с увеличением глубины обработки горизонтов плотность почвы увеличивается.

Установлено, что повышение плотности почвы в нижележащих горизонтах, несомненно, оказывает отрицательное влияние на водопроницаемость и величину полевой влагоёмкости почвы, а также на урожайность сельхоз культур. Плотность почвы, также зависит от их типа и влажности.

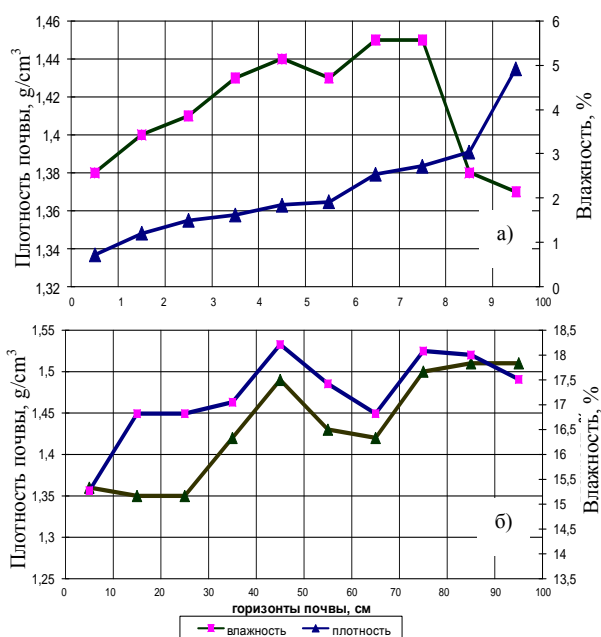


Рис.1. Изменение влажности и плотности почвы по горизонтам: а - серобурые; б - новоосвоенные

Список литературы:

1. Н.Муродов Н.М. Технологические и технические основы энергосберегающих средств для основной обработки почвы. Дисс. док. техн. наук. Ташкент. 2008 г. 250 с.
2. Муродов Н.М. Тупроқда берч қатлам ҳосил бўлишининг экологик муаммолари // Қишлоқ хўжалигида экологик муаммолар: Республика илмий-амалий анжуман материаллари тўплами. –Бухоро, 2006. –35-38 б.

Таблица 2

Механическая прочность такырной и светло-сероземной почвы

Прочность почвы на сжатие			
Такырная почва		Светло-сероземная почва	
Влажность, %	Сопротивление, кРа	Влажность, %	Сопротивление, кРа
3,2	316,0	5,9	285,0
5,0	245,6	8,5	217,0
7,5	169,0	11,9	149,0
9,3	118,0	14,1	93,0
11,9	90,0	17,6	57,0
15,0	58,5	19,8	44,0
Прочность почвы на разрыв			
Такырная почва		Светло-сероземная почва	
Влажность, %	Сопротивление, кРа	Влажность, %	Сопротивление, кРа
5,5	74,5	4,2	127,0
8,7	31,7	7,8	50,0
12	15,0	12,0	18,0
13,2	11,9	15,9	9,7
15,0	8,8	17,0	8,7
17,5	7,0	19,6	6,5

В пустынно-песчаных почвах увеличение их плотности в горизонте 20 см и ниже показывает о низком содержание влажности почвы, относящейся к крупнообломочным и трудно обрабатываемым грунтам.

Установлено, что в подпахотном горизонте, где плотность почвы, как правило, завышена, следует использовать рабочие органы, исключающие образование уплотненного почвенного слоя.

Исследованы изменения механической прочности такырных и светло-сероземных почв на сжатие и разрыв от их влажности, результаты которых приведены в табл. 2

Следует отметить, что усилие на разрыв у светло-сероземной почвы значительно больше, чем у такырной почвы. По такой же закономерности изменяется и усилие на сжатие. Светло-сероземная почва имеет несколько больший предел напряжения на сжатие, чем такырная почва.

При одной и той же влажности напряжение исследуемых почв при сжатии в 5-6 раз превышает усилие на разрыв.

Таким образом, на основании приведенных данных можно прийти к выводу, что данные почвы имеют очень большую механическую прочность при низкой влажности и их обработка требует больших энергозатрат.

## ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ВИНИЛХЛОРИДА

**Хамраев К.Ш.**, ст. преподаватель кафедры «Химия и экология» НГГИ; **Мухиддинов Б.Ф.**, проректор по научной работе НГГИ, докт. хим. наук, профессор; **Жуманазаров Р.Б.**, начальник управления по инновациям и техническому развитию ОАО «Навоизот»; **Ваповев Х.М.**, доцент кафедры «Химическая технология» НГГИ, канд. техн. наук; **Умрзаков А.Т.** ст. научный сотрудник - соискатель кафедры «Химическая технология» НГГИ

*Maqolada geterogen – katalitik usulda azetilen va vodorod xloriddan vinilxlorid olishning umumiy adabiyotlar tahlili bo'yicha malumotlar keltirilgan. Adabiyotlar tahliliga ko'ra vinilxlorid sintezi uchun katalizator sifatida aktivlangan ko'mirga (AU) yuttirilgan  $HgCl_2$ ,  $ZnCl_2$ ,  $CdCl_2$ ,  $BiCl_3$ ,  $CuCl_2$ ,  $PdCl_2$  va  $PtCl_2$  lar maqbul katalizator ekanligi qo'rsatilgan va quyidagi qator bo'yicha:  $Zn^{+2} < Cd^{+2} < Bi^{+3} < Cu^{+2} < Hg^{+2} < Pd^{+2} < Pt^{+2}$  va  $PtCl_2$  faollik ortib borishi ko'rsatilgan.*

*Bundan tashqari vinilxloridni dunyo miqyosida kator mamlakatlarda ishlab chiqarich miqdorlari qiyoslab keltirilgan, ular orasida vinilxloridni ishlab chiqarishi bo'yicha Xitoy oldingi o'rinlarda turichi ko'rsatilgan.*

*Tayanch iboralar: geterogen-katalitik sintez, xlorli vinil, katalizator.*

*Data on synthesis of vinyl chloride from acetylene and hydrogen chloride using the heterogeneous-catalytic method are presented in this article. Based on literature data analysis the applicability the following catalysts contained in metal chlorides (of active carbon) for synthesis of vinyl chloride is presented:  $HgCl_2$ ,  $ZnCl_2$ ,  $CdCl_2$ ,  $BiCl_3$ ,  $CuCl_2$ ,  $PdCl_2$  and  $PtCl_2$ , where the catalyst activity grows with increase in a row:  $Zn^{+2} < Cd^{+2} < Bi^{+3} < Cu^{+2} < Hg^{+2} < Pd^{+2} < Pt^{+2}$  Comparative data on its production and consumption in some of the developed countries of the world are presented as well. The USA is a leading manufacturer of the vinyl chloride, and China is a leading consumer of vinyl chloride in the world.*

*Key words: heterogeneous and catalytic synthesis, chloride vinyl, reaction, catalyst.*

В работе [1] ранее опубликованы гомогенно-каталитический синтез винилхлорида на основе ацетилена и хлористого водорода. Хлористый винил также получается гетерогенно-каталитическим методом.

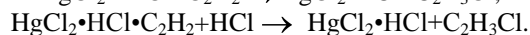
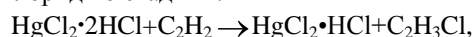
Гетерогенно-каталитический газофазный синтез винилхлорида является крупнотоннажным промышленным методом. Его проводят при 150-200 °С и атмосферном давлении в соотношении  $HCl/C_2H_2 \approx 1,1$  на катализаторе  $HgCl_2$ /активный уголь. При этом достигается практически полная конверсия ацетилена. Катализатор потенциально обладает значительно большей каталитической активностью, однако увеличение производительности реактора ограничивается возможностями отвода тепла реакции. Повышение температуры в слое катализатора приводит к быстрой его деактивации. Избирательность процесса близка к 100%. В очень небольших количествах образуются 1,1-дихлорэтан и полимерные продукты. Срок службы катализатора в промышленных условиях колеблется от 3 месяцев до 1 года [1-18].

Различить эти гипотезы, используя сравнение адсорбционных характеристик не удается. Теплоты адсорбции  $C_2H_2$  и  $HCl$  близки и лежат в интервале 20-50 кДж/моль [2, 3].

Измерения дифференциальных теплот адсорбции  $HgCl_2$  на активный уголь (АУ) показали, что теплоты адсорбции этого соединения (100-110 кДж/моль) существенно превышают его теплоту сублимации (76 кДж/моль). Из этого следует, что связь  $HgCl_2$ -АУ имеет

химическую природу и на некоторых участках поверхности появление молекулярных аддуктов предпочтительнее образования кристаллического дихлорида ртути. Следовательно, адсорбцию реагентов целесообразно рассматривать как реакции образования поверхностных комплексов  $HgCl_2 \cdot HCl$ ,  $HgCl_2 \cdot 2HCl$ ,  $HgCl_2 \cdot C_2H_2$  и другие. Адсорбция  $HCl$  обратима вплоть до 200 °С. Для ацетилена выделяют три вида адсорбции [4]: полностью обратимую, частично обратимую (в вакууме при нагревании) и необратимую. Обратимую адсорбцию отождествляют с образованием поверхностных  $\pi$ -комплексов, частично обратимую с появлением  $CiHgCH=CHCl$ , а необратимую - с продуктами олигомеризации ацетилена.

Наиболее обоснованной представляется схема механизма гидрохлорирования ацетилена, предложенная А.И. Гельбштейном с сотрудниками [4, 5]. В результате анализа пятимаршрутного механизма в качестве активного центра принят комплекс  $HgCl_2 \cdot HCl$ , который через ряд интермедиатов превращается в винилхлорид по стадиям:



Упрощенное уравнение для одномаршрутного механизма (при участии  $HgCl_2 \cdot HCl$   $C_2H_2$ ) приведено в табл. 1. По мнению авторов, это уравнение является эмпирическим, поскольку образование комплексов ртути (II)  $HgCl_2 \cdot 2HCl$   $C_2H_2$  с координационным числом 5, да еще на поверхности активированного угля (АУ) весьма сомнительно.

Таблица 1

Кинетические модели газофазного гидрохлорирования ацетилена на ртутных катализаторах		
Кинетические уравнения	Условия и константы	Литературный источник
$r = \frac{k_H \cdot p_{C_2H_2} \cdot p_{HCl}}{(1 + b_{C_2H_2} \cdot p_{C_2H_2} + b_{HCl} \cdot p_{HCl} + b_{C_2H_3Cl} \cdot p_{C_2H_3Cl})^2}$	$t=140^\circ C, k_H=5,32 \cdot 10^5, \text{ моль}/(\text{л} \cdot \text{ч} \cdot \text{МПа}^2),$ $b_{C_2H_2} + b_{HCl} = 42,7 \text{ МПа}^{-1}$ $b_{C_2H_3Cl} = 48,6 \text{ МПа}^{-1}$ $p=0,1 \text{ МПа}, p_{HCl} = p_{C_2H_2}$	[6]
$r = \frac{k \cdot p_{C_2H_2} \cdot p_{HCl}}{(1 + b_{C_2H_2} \cdot p_{C_2H_2})(1 + b_{HCl} \cdot p_{HCl} + b_{C_2H_3Cl} \cdot p_{C_2H_3Cl})}$	$t=100^\circ C, k=1,4 \cdot 10^4, \text{ моль}/(\text{МПа}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{ч}),$ $b_{C_2H_2} = 4,6 \text{ МПа}^{-1},$ $b_{HCl} = 26,7 \text{ МПа}^{-1},$ $b_{C_2H_3Cl} = 38,0 \text{ МПа}^{-1}$	[6]
$r = \frac{k \cdot p_{C_2H_2} \cdot p_{HCl}}{1 + b_{C_2H_2} \cdot p_{C_2H_2} + b_{HCl} \cdot p_{HCl}}$	$k=1,03 \cdot 10^3 \exp\left(-\frac{2700}{T}\right), \text{ моль}/(\text{л} \cdot \text{ч} \cdot \text{МПа}^2),$ $b_{C_2H_2} = 1,65 \cdot 10^{-4} \exp\left(\frac{41000}{T}\right), \text{ МПа}^{-1},$ $b_{HCl} = 9,47 \cdot 10^{-4} \exp\left(\frac{4900}{T}\right), \text{ МПа}^{-1}$	[7, 8]
$r = \frac{k \cdot p^{0,5}_{C_2H_2} \cdot p^2_{HCl}}{1 + b_{C_2H_2} \cdot p_{C_2H_2} + b_{HCl} \cdot p_{HCl}}$	-	[9-10]
$r = \frac{k_1 \cdot p_{C_2H_2} \cdot p_{HCl} + k_2 \cdot p_{C_2H_2} \cdot p^{2,64}_{HCl}}{p_{C_2H_2} + b_{HCl} \cdot p_{HCl}}$	$k_1=4,57 \cdot 10^8$ $\exp\left(-\frac{4594}{T}\right), \text{ моль}/(\text{ч} \cdot \text{кг} \cdot \text{МПа}^2)$ $k_2=8,48 \cdot 10^{12}$ $\exp\left(-\frac{7415}{T}\right), \text{ моль}/(\text{ч} \cdot \text{кг} \cdot \text{МПа}^{2,64}),$ $b_{HCl} = 1,21 \exp\left(-\frac{2989}{T}\right)$	[6]

Кинетика и механизм гидрохлорирования ацетилена на ртутном катализаторе в безградиентном реакторе в стационарных и нестационарных условиях изучена Х. Шенкаром и Д. Агно с сотрудниками [11]. Установлено, что при низких температурах (<135<sup>0</sup>С) осуществляется взаимодействие ацетилена и HCl, адсорбированных на разных центрах катализатора, а при более высоких - газообразного ацетилена с адсорбированным HCl. Авторы отмечают, что практически все предложенные модели достаточно хорошо описывают экспериментальные данные. Рассмотрим некоторые физико-химические аспекты деактивации ртутных катализаторов [12, 13].

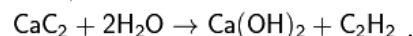
Исследования катализаторов на различных АУ показали, что на мало стабильных меньше доля поверхности, занятая HgCl<sub>2</sub>, но больше доля центров с теплотами адсорбции ацетилена 48 кДж/моль. Из этого следует, что центры, с которыми уносится HgCl<sub>2</sub>, принадлежат кристаллической фазе. Более прочно связанная с углем в монослое HgCl<sub>2</sub>, слабее адсорбирует ацетилен, но прочнее удерживает образующиеся

из него ртуторганические соединения, которые, вероятно, обладают наибольшей летучестью. Более прочная адсорбция ацетилена может сопровождаться при перегревах восстановлением HgCl<sub>2</sub> до Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>.

Гетерогенные катализаторы на основе других металлов [14] не нашли в настоящее время применения в промышленности, так как обладают существенно меньшей активностью и избирательностью (ZnCl<sub>2</sub>, CdCl<sub>2</sub>, BiCl<sub>3</sub>) или стабильностью и (PdCl<sub>2</sub> PtCl<sub>2</sub>). Активность нанесенных на АУ хлоридов металлов в синтезе винилхлорида качественно коррелируется с окислительным потенциалом (Mn<sup>++</sup>+pe → M) и растет, начиная с E0=- 0,8 V с увеличением последнего в ряду Zn<sup>2+</sup> <Bi<sup>3+</sup><Cu <Hg<sup>2+</sup> <Pd<sup>2+</sup> <Pt<sup>2+</sup>.

Метод каталитического гидрохлорирования ацетилена, в котором ацетилен получался реакцией карбида кальция с водой и был первым коммерческим промышленным методом получения винилхлорида. Химизм процесса выглядит следующим образом:

Получение ацетилена:



Гидрохлорирование ацетилен:

Произведённый, очищенный и осушенный ацетилен (содержание влаги не более 1,5 г/м<sup>3</sup>) смешивают с очищенным и высушенным хлороводородом в соотношении примерно 1,0:1,1. Эта смесь газов подаётся в верхнюю часть трубчатого реактора, трубы которого заполнены катализатором, представляющим собой активированный уголь, пропитанный двуххлористой ртутью HgCl<sub>2</sub> (10-15%).

Реактор изготавливается из углеродистой стали; высота труб составляет 3-6 м, диаметр 50-80 см. Температура в области реакции 150-180 °С. После реактора реакционные газы подаются в специальную колонну, орошаемую соляной кислотой для извлечения двуххлористой ртути.

После первой абсорбционной колонны реакционные газы подаются в следующую, где орошаются водой и раствором щёлочи для отделения хлороводорода, ацетальдегида и углекислого газа. После этого газы охлаждаются в конденсаторе для удаления воды и подаются на ректификацию для удаления высококипящих примесей.

Полученный винилхлорид на последней стадии пропускается через колонну, заполненную твёрдым едким натром для полного обезвоживания и нейтрализации.

На 2010 г. самым современным и наиболее эффективным с экономической точки зрения является сбалансированный процесс окислительного хлорирования этилена. В 2006 г. более 95% винилхлорида было произведено этим методом.

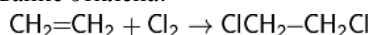
В основанном на этилене процессе винилхлорид получается пиролизом дихлорэтана, который, в свою очередь, синтезируется каталитической реакцией хлора с этиленом.

Хлороводород, получаемый в результате дегидрохлорирования дихлорэтана, вступает в реакцию с кислородом и этиленом в присутствии медного катализатора, образуя дихлорэтан и тем самым уменьшая расход элементарного хлора, используемого для прямого хлорирования этилена. Этот процесс известен как оксихлорирование.

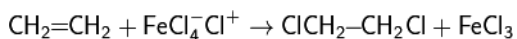
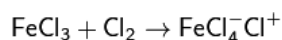
Для получения товарного продукта винилхлорид очищают дистилляцией, а побочные хлорорганические продукты либо выделяют для получения растворителей, либо подвергают термодеструкции для вовлечения хлороводорода снова в процесс.

Химия процесса выглядит следующим образом:

Хлорирование этилена:

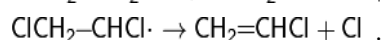
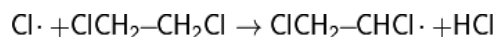
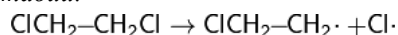


механизм стадии:

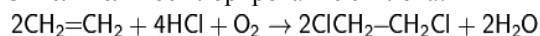


Термическое дегидро хлорирование дихлорэтана:

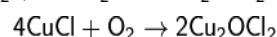
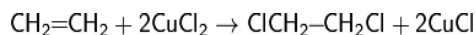
механизм стадии:



Окислительное хлорирование этилена:



механизм стадии:



При такой схеме производства распределение этилена происходит примерно поровну между стадиями прямого и окислительного хлорирования.

В мае 1998 г. компания *EVC International NV* (Нидерланды) запустила опытный проект мощностью 1000 t в год на заводе в Вильгельмсхафене (Германия) с целью опробирования и последующего продвижения на рынке запатентованного процесса окислительного хлорирования этана. Предполагалось, что этот проект будет технологическим прорывом и станет началом работы над полномасштабным заводом, который, как ожидалось, будет запущен в 2003 г. [15].

По данным производителя, температура процесса составляет менее 500 °С, степень конверсии сырья - 100% по хлору, выход винилхлорида превышает 90%.

Компанией *Monsanto* в 1977 г. был предложен одностадийный метод получения винилхлорида с выходом до 85% из этана под действием смеси хлороводорода и кислорода при температуре 400 – 650 °С в присутствии катализатора (галогенид меди и фосфат калия):

В 1980 г. российскими учёными был запатентован альтернативный метод получения винилхлорида газовой фазой хлорированием смеси, содержащей этан и этилен, при температуре 350 – 500 °С, который отвечает следующей химической модели:

Побочными продуктами реакции являются хлорэтан, дихлорэтан, винилиденхлорид и другие галогенпроизводные.

Одним из самых последних разработанных методов производства (2005 г.) является способ получения винилхлорида взаимодействием метилхлорида и метилхлорида в газовой фазе при температуре 300 – 500 °С, давлении от 0,1 до 1 МПа, в присутствии катализаторов (активный оксид или фосфат алюминия, алюмосиликаты, хлорид цинка с оксидом алюминия):

Таблица 2

Мировые мощности по производству винилхлорида, тыс. t		
Страна	На 1997 г. [16]	На 2004 г. [17]
США	6741	8018
Канада	374	500
Мексика	270	470
Бразилия	540	655
Бельгия	1010	880
Франция	1205	1205
Германия	1710	2015
Италия	620	440
Нидерланды	520	600
Норвегия	470	470
Испания	399	465
Великобритания	360	300
Россия		
и страны СНГ	1085	884
Польша	325	300
Румыния	270	200
Иран	213	240
Катар	-	300
Саудовская Аравия	360	400
Китай	1356	4436
Индия	610	845
Индонезия	150	500
Япония	2965	3260
Южная Корея	755	1520
Тайвань	1030	1870
Таиланд	240	627

Все перечисленные способы получения винилхлорида или не были реализованы в промышленно-

сти, или не вышли из стадии экспериментального производства.

Винилхлорид является одним из крупнейших по объёму органических полупродуктов мирового химического производства. Мировые мощности по производству винилхлорида по некоторым странам по состоянию на 1997 и конец 2004 гг. представлены в табл. 2.

Производство винилхлорида является третьим после полиэтилена и окиси этилена по значимости направлением использования этилена как важнейшего химического сырья и составляет 11,9% его мирового потребления (по данным на 2008 г.), уступая этилену (123 млн. t в 2010 г.), пропилену (77 млн. t в 2010 г.), метанолу (48 - 49 млн. t в 2010 г.), терефталевой кислоте (42 млн. t в 2008 г.), бензолу (40 млн. t в 2010 г.). Мировое производство винилхлорида в 2010 г. составило около 35 млн. t. Крупнейшим потребителем винилхлорида в мире является Китай: около 30% всего мирового производства на втором месте США и Канада, приблизительно с 20%. Крупнейшим производителем винилхлорида в мире является США - 8,24 млн. t [18].

Таким образом, при синтезе хлористого винила гетерогенно-каталитическим методом в основном используются катализаторы хлориды металлов цинка, кадмия, висмута, меди, ртути, палладия, платина и другие.

#### Список литературы:

1. Мухиддинов Б.Ф., Жуманазаров Р.Б., Ваповев Х.М., Хамраев К.Ш., Умрзаков А.Т. Жидкофазный синтез винилхлорида гидрохлорированием ацетилена. Горный Вестник Узбекистана. -Навои, 2013, №3 стр.
2. Новые катализаторы гидрохлорирования ацетилена. Шестаков Г.К.// 4 Междун. Конф. «Научно-тех. прогресс». 11 программы и тезисы докладов. -Москва, 1996. -С. 99-100. -Рус.
3. Аветьян М.Г., Сонин Э.В. Иницированное дегидрохлорирование дихлорэтана // Тез. Докл. IV Всесоюз. научн. конф. «Современное состояние и перспективы развития теоретических основ производства хлорорганических продуктов» Баку, 1985. -Ч. 1. -с. 170.
4. Заявка ФРГ. 3328691. Verfahren zur termischen Spaltung von 1,2-Dichloroethan/Fclix B., Frölich W., Katzenberger H. РЖХ. - 1985. - 221130.
5. Bremer H., Liesre H. // Appl. Catalysis 1985. V.18.P.191-203.
6. Гельбштейн А.И., Щеглова Г.Г., Хоменко. А.А.// Кинетика и катализ. 1963. Т.4.С.625-634.
7. Гельбштейн А.И., Слинько М.Г., Щеглова Г.Г. и др.// Кинетика и катализ. 1972. Т.13.С.709-718.
8. Нгуен-Зан. Исследование методов усовершенствования ртутного катализатора гидрохлорирования ацетилена: Дис...канд. хим. наук. 02.00.15. Новосибирск: 1981.140 с.
9. Nguyen Dan, Dong Q// Tring. React. Kinet. Catal. Lett.1981. V.17, N 3-4. P. 423-426.
10. Заявка ФРГ. 3543222. Verbessertes Verfahren zur
11. Тимофеев В.С. Серафимов Л.А. «Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза» М. Высш. Шк., 2003. - 536с
12. Лич.Б «Катализ в промышленности» Москва Мир. 1986 -323с
13. Гринберг С.Б., Курляндская И.И., Флид Р.М. и др.// Хим. пром-сть 1974. № 6. С.10-13; 1974. Т.48.№ 12.С.3020-3023.
14. 135. [http://otherreferats.allbest.ru/chemistry/00123311\\_0.html](http://otherreferats.allbest.ru/chemistry/00123311_0.html)
15. 36. Spitz P. H. The chemical industry at the millenium: maturity, restructuring, and globalization. — Philadelphia: Chemical Heritage Foundation, 2003. — P. 77. — ISBN 0-941901-34-3
16. Schmerling L. Condensation of Saturated Halides with Unsaturated Compounds. II. The Condensation of Alkyl Halides with Monohaloolefins<sup>1</sup> (англ.)// Journal of the American Chemical Society. — 1946. — Т. 68. — № 8. — С. 1650—1654.
17. Cowfer J.A. Part 2. Vinyl Chloride Monomer // PVC Handbook / Wilkes C.E., Summers J.W., Daniels C.A. — 1 st ed. — Munich: Carl Hanser Verlag, 2005. — P. 19—56. — ISBN 1-56990-379-4
18. Pritchard G. PVC — World Markets and Prospects / Rapra Market Report. — Rapra Technology Limited, 2002. — P. 5. — ISBN 1-85957-311-8

# ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОЙ СУСПЕНДИРОВАННОЙ ФОСФОРСОДЕРЖАЩЕЙ СЕЛИТРЫ

Собиров М.М., ст. научный сотрудник-соискатель ИОНХ АН РУз; Таджиев С.М., зав. лаборатории комплексных удобрений ИОНХ АН РУз, канд. хим. наук

*Markaziy Qizilqum fosforitlari, nitrat kislotasi asosida olingan suyuq suspenziyalı fosforli selitrani asosiy kimyoviy tarkibi aniqlangan. Suyuq suspenziyalashtirilgan kompleks o`g`itlar olishning optimal sharoitlari va geologik xossalari o`rganilgan.*

*Tayanch iboralar: suyuq suspenziyalashtirilgan o`g`it, fosfor uni, azot kislotasi, mahsulotning reologik xossalari.*

*The main chemical composition of liquid suspended phosphoric ammonium nitrate fertilizers obtained from the Central Kyzylkum phosphorites using nitric acid has been determined. Optimal parameters of preparation of these fertilizers and rheological properties of liquid suspended compound fertilizers have been studied.*

*Key words: liquid suspend fertilizers, phosphoric flour, nitric acid, rheological properties of a product.*

В настоящее время актуальной проблемой является создание комплексных жидких суспендированных (ЖСУ) удобрений и удобрительных препаратов, способствующих повышению жизнестойкости растений к неблагоприятным условиям внешней среды и сопротивляемости растений к различным заболеваниям, а также к повышению урожайности.

Известно, что ЖСУ являются более перспективными и экономичными. Они имеют ряд преимуществ перед твердыми удобрениями и полностью удовлетворяют требованиям агрохимической науки по организации высокоэффективного выращивания сельскохозяйственных культур.

С целью разработки теоретических основ и технологии получения жидкой суспендированной фосфорсодержащей селитры нами проведены исследования по разложению небогатенной фосфоритовой муки Центральных Кызылкумов при неполной норме азотной кислоты в присутствии нитрата аммония (табл. 1, 2, рис. 1).

Для синтеза новых видов жидких сложных суспендированных удобрений использовали небогатенную фосфоритовую муку состава, (вес. %):  $P_2O_5$  - 17,55; CaO - 43,68;  $CO_2$  - 14,83; MgO - 1,68;  $R_2O_3$  - 2,47;  $SO_3$  - 2,01; F - 2,17;  $H_2O$  - 1,19; н.о. - 3,80, 58,50%-ную азотную кислоту ОАО «Максам-Чирчик» и 64,16%-ный раствор нитрата аммония, полученный нейтрализацией азотной кислоты газообразным аммиаком. Норму азотной кислоты - 20-70% от стехиометрии рассчитывали на разложение

фосфатных и карбонатных минералов фосфоритовой муки до образования монокальцийфосфата и нитрата кальция.

Азотнокислотное разложение фосфатного сырья на лабораторной установке проводили по разрабо-

Таблица 1

## Химический состав жидкой суспендированной фосфорсодержащей селитры, %

Соотношение N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N <sub>общ.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		CaO	
		общ.	водн.	общ.	водн.
<b>При норме HNO<sub>3</sub>, 20%</b>					
1:0,5	13,25	6,63	-	16,50	2,67
1:0,7	11,39	7,97	-	19,85	3,22
1:1	9,39	9,39	-	23,41	3,76
<b>При норме HNO<sub>3</sub>, 30%</b>					
1:0,5	13,05	6,52	-	16,24	3,92
1:0,7	11,18	7,82	-	19,48	4,70
1:1	9,20	9,20	-	22,90	5,50
<b>При норме HNO<sub>3</sub>, 40%</b>					
1:0,5	12,85	6,42	1,15	15,99	5,16
1:0,7	10,97	7,68	1,38	19,12	6,16
1:1	9,00	9,00	1,63	22,41	7,20
<b>При норме HNO<sub>3</sub>, 50%</b>					
1:0,5	12,65	6,32	1,64	15,75	6,32
1:0,7	10,77	7,54	1,96	18,77	7,56
1:1	8,81	8,81	2,31	21,93	8,80
<b>При норме HNO<sub>3</sub>, 60%</b>					
1:0,5	12,51	6,25	2,09	15,57	7,52
1:0,7	10,63	7,44	2,50	18,52	8,92
1:1	8,67	8,67	2,94	21,59	10,40
<b>При норме HNO<sub>3</sub>, 70%</b>					
1:0,5	12,37	6,18	2,32	15,39	8,72
1:0,7	10,49	7,34	2,77	18,27	10,28
1:1	8,53	8,53	3,24	21,25	12,00

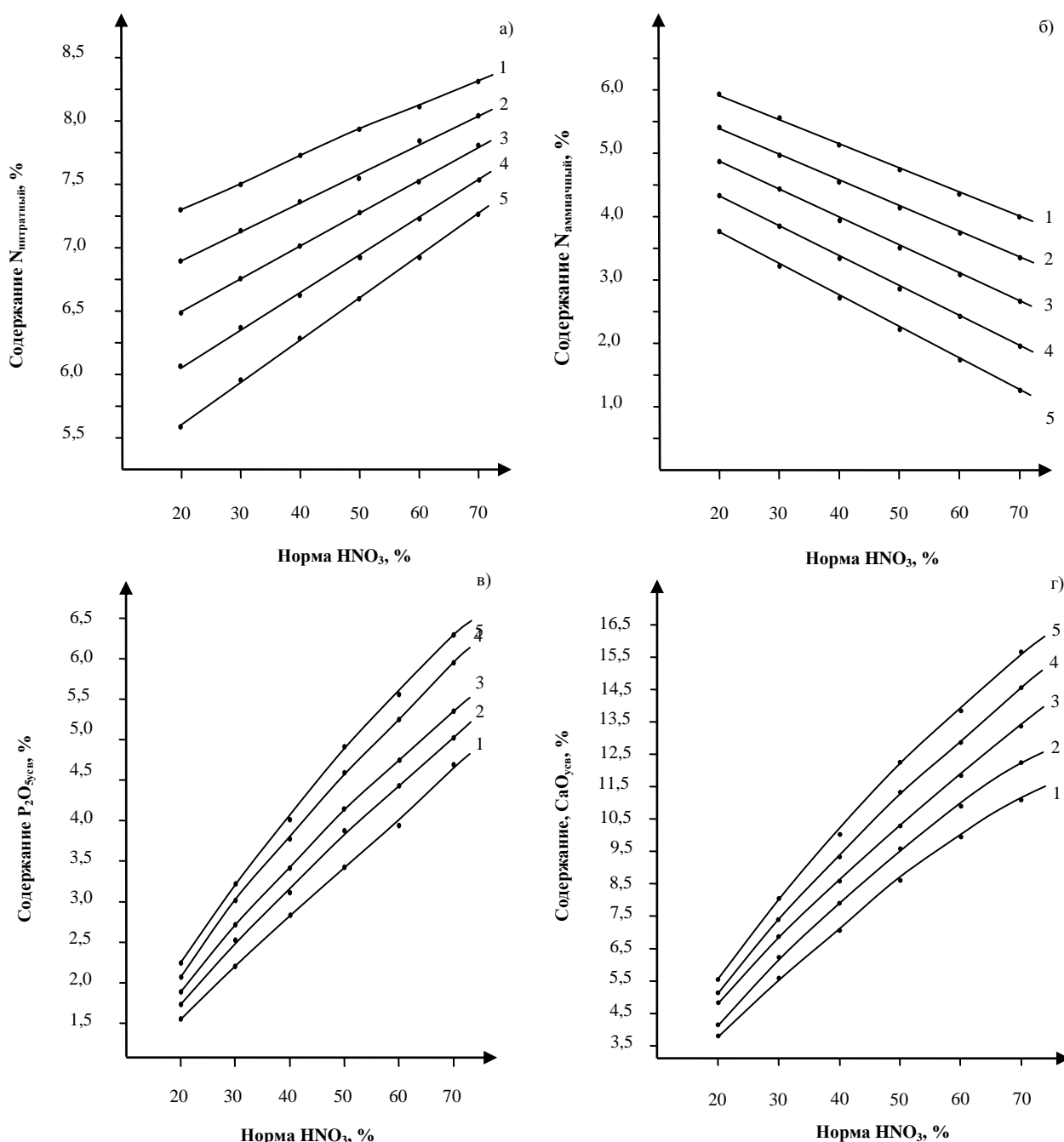


Рис. 1. Содержание нитратного (а) и аммиачного (б) азота,  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв}}$  (в),  $\text{CaO}_{\text{усв}}$  (г) в зависимости от нормы  $\text{HNO}_3$  при N:P: 1 – 1:0,5; 2 – 1:0,6; 3 – 1:0,7; 4 – 1:0,85 и 5 – 1:1

танному интенсивному способу. Фосмуку при интенсивном перемешивании обрабатывали расчетным количеством азотной кислоты в течение 5-10 мин. В полученную массу вводили расчетное количество раствора нитрата аммония и перемешивали до получения однородной суспензии. Далее образцы жидких суспендированных сложных удобрений анализировали на содержание основных питательных веществ по общеизвестным методикам [1].

Исследование показало, что процесс взаимодействия фосфоритовой муки с азотной кислотой про-

текает интенсивно, практически без пенообразования, т. к. оно происходит в отличие от классических способов в «твердофазном режиме» и образующиеся пузырьки разрушаются в разделе фаз. Структурные особенности зернистых фосфоритов и существование в их составе трех форм карбонатов [2] характеризуют интенсивную реакционную способность этих фосфоритов.

При азотнокислотной переработке высококарбонатных фосфоритов выделяющийся диоксид углерода способствует ускорению разложения фос-

Таблица 2

Солевой состав жидкой суспензированной фосфорсодержащей селитры

Соотношение N:P	Активированный фосфорит	Монодикальцийфосфат	Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
<b>При норме HNO<sub>3</sub>, 20%</b>					
1:0,5	30,22	2,67	7,75	34,10	23,73
1:0,7	36,35	3,22	9,32	28,00	21,25
1:1	42,88	3,81	10,99	21,51	18,66
<b>При норме HNO<sub>3</sub>, 30%</b>					
1:0,5	26,03	3,79	11,44	31,71	24,62
1:0,7	31,22	4,56	13,72	25,25	22,39
1:1	36,70	5,26	16,12	18,42	20,03
<b>При норме HNO<sub>3</sub>, 40%</b>					
1:0,5	21,97	4,89	15,02	29,39	25,49
1:0,7	26,26	5,85	17,95	22,6	23,47
1:1	30,78	6,85	21,04	15,46	21,34
<b>При норме HNO<sub>3</sub>, 50%</b>					
1:0,5	18,03	6,03	18,49	27,14	26,33
1:0,7	21,49	7,19	22,04	20,04	24,51
1:1	25,10	8,40	25,75	12,62	22,60
<b>При норме HNO<sub>3</sub>, 60%</b>					
1:0,5	14,26	7,15	21,93	25,05	27,24
1:0,7	16,96	8,51	26,09	17,64	25,62
1:1	19,77	9,92	30,41	9,94	18,98
<b>При норме HNO<sub>3</sub>, 70%</b>					
1:0,5	10,49	8,27	25,37	22,96	28,15
1:0,7	12,43	9,83	30,14	15,24	26,73
1:1	14,44	11,44	35,07	7,26	15,36

фатного минерала - фторкарбонатапатита. Процесс является экзотермическим, температура реакционной среды в зависимости от нормы кислоты поднимается до 30-40°C. Установлено, что с повышением нормы азотной кислоты увеличивается степень разложения фосфоритной муки.

Основными компонентами продуктов азотно-кислотного разложения являются четырех водный нитрат кальция, фосфаты кальция, активированный фосфорит. Содержание нитрата кальция повышается с увеличением нормы азотной кислоты.

Для получения жидкой суспензированной фосфорсодержащей селитры с различными соотношениями питательных веществ изучено влияние нормы нитрата аммония на химический состав и реологические свойства продукта.

Результаты лабораторных экспериментов приведены в табл. 1. Из табличных данных видно, что при соотношении N:P=1:0,5 и норме HNO<sub>3</sub> 20% в полученном удобрении содержится 13,25% N<sub>общ.</sub>, 6,63% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>общ., 16,50% CaO<sub>общ.</sub> и 3,87% CaO<sub>усл.</sub>. С увеличением соотношений N:P до 1:1 содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>общ., CaO<sub>общ.</sub> и CaO<sub>усл.</sub> увеличивается по 1,42 раза и наоборот N<sub>общ.</sub> уменьшается в 1,41 раза. В общей сложности сумма питательных компонентов (N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+CaO<sub>усл.</sub>) увеличивается от 23,75 до 24,29%. Аналогичная картина наблюдается и при других нормах азотной кислоты. С увеличением нормы HNO<sub>3</sub> сумма питательных компонентов в полученных жидких суспензированных удобрениях

увеличивается. Например, при соотношении N:P=1:1 с увеличением нормы HNO<sub>3</sub> от 20 до 70% сумма питательных компонентов увеличивается от 24,29 до 32,75%.

На рис. 1 (а, б) показаны изменения содержания аммиачного и нитратного азота в полученных суспензированных удобрениях в зависимости от нормы азотной кислоты при различных соотношениях N:P. Из рис. 1 (а, б) видно, что с увеличением нормы азотной кислоты содержание нитратного азота увеличивается, аммиачный азот уменьшается. С увеличением соотношения N:P от 1:0,5 до 1:1 обе формы азота уменьшаются, так как в систему вводится большое количество фосфорита.

На рис. 1 (в, г) показаны изменения усвояемых форм фосфора и кальция в полученной жидкой суспензированной фосфорсодержащей селитре в зависимости от нормы азотной кислоты при различных соотношениях N:P. Из рисунка видно, что с увеличением нормы азотной кислоты увеличивается содержание усвояемых форм фосфора и кальция, так как с увеличением нормы кислоты фосфорит больше разлагается и образуются дикальций-монокальцийфосфаты и нитрат кальция. Увеличение соотношения N:P способствует к уменьшению усвояемых форм. В этом случае содержание фосфорита увеличивается по отношению к азотной кислоте и, поэтому, количество дикальций-, монокальцийфосфатов и нитрата кальция в полученном удобрении уменьшается.

В табл. 2 приведены солевой состав жидких удобрений. Из табличных данных видно, что с увеличением соотношения N:P солевой состав жидкой суспензированной фосфорсодержащей селитры значительно меняется. Например, при соотношении N:P=1:0,5 и норме HNO<sub>3</sub> 20% состав жидких суспензированных выглядит так: активированный фосфорит -30,22%, моно- и дикальцийфосфат - 2,67%, нитрат кальция - 7,75% и нитрат аммония - 34,10%. С увеличением соотношения N:P от 1:0,5 до 1:1 в одних и тех же нормах HNO<sub>3</sub> в полученных жидких суспензированных удобрениях содержание основных компонентов увеличивается, кроме нитрата аммония. Например, при норме HNO<sub>3</sub> 50% с увеличением соотношение N:P от 1:0,5 до 1:1 содержание активированного фосфорита, моно- и дикальцийфосфата, и нитрата кальция увеличивается в 1,39 раза, содержание нитрата аммония уменьшается в 2,15 раза. Во всех случаях количество суммы питательных компонентов и солей удовлетворяет требуемые нормы к жидким удобрениям с точки зрения концентрации питательных веществ.

Кроме этого, при применении таких удобрений основным требованием является давление насыщенного пара, температура кристаллизации раствора и размерность суспензии, а также pH среды, т. к. они определяют условия получения, хранения,

транспортировки и внесения их в почву. Несмотря на это, такие удобрения можно применять не только через корни, но и через листья.

Кроме этого, применение таких видов удобрений через листья растений способствует увеличению урожайности, стойкости растений к разным

заболеваниям и непогодам.

Поэтому надо изучить некоторые физико-химические свойства этих удобрений, чтобы найти оптимальные параметры получения таких удобрений, удовлетворяющих выше- указанные требования.

#### Список литературы:

1. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов / М.М.Винник, Л.Н.Ербанова, П.М. Зайцев и др. – М.: Химия. – 1975. - 218 с.
2. Блисковский В.З., Магер И.О. Особенности вещественного состава руд Джерой-Сардаринского месторождения, влияющие на технологию их обогащения //Технологическое минералогия фосфатных руд: Тез. докл. совещ. 17-18 ноября 1987.-Черкассы, 1987. С. 42-43

УДК 62-531.3.001.575

© Худайбердиев Ш.М. 2013 г.

## РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ НАСОСНОГО АГРЕГАТА В РЕЖИМЕ СТАБИЛИЗАЦИИ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ

Худайбердиев Ш.М., инженер отдела главного энергетика управления НГМК

*Nasos agregatining suyuqlik darajasini tenglashtirish jarayonidagi matematik modellashtirish sxemasi keltirilgan. Strukturali sxema funkciyali bloklar yigindisidan iborat bo`lib, suyuqlikni uzatish, bosim, quvvat, statik qarshilik va bosimning elektrtarmoqning burchak tezligi qonuniyatiga asoslangan.*

*Tayanch iboralar: matematik model, nasos agregati, suyuqlik sathi, nasosning tizim sxemasi, funktsiyali blok.*

*Phased development of mathematical model of the pump unit in liquid level equalization mode is presented in this article. The flow diagram of the pump is presented in the form of functional units implementing various types of dependence on supply, pressure head, power, static resistance moment and static pressure from rotary speed of the electric drive.*

*Key words: mathematical model, pump unit, liquid level, block diagram of the pump, functional block.*

Разработка структурной схемы насосного агрегата в режиме стабилизации уровня жидкости производится на основе его математического моделирования с учетом принятия следующих допущений:

- динамические свойства насоса не учитываются, т.к. энергетические свойства агрегата рассматриваются в статическом режиме;
- перекачиваемая жидкость рассматривается как несжимаемая субстанция;
- влияние температуры на объемные показатели жидкой среды не учитывается, т.к. она колеблется в технологической скважине незначительно;
- модели не рассматривают аварийные режимы работы, такие как явление кавитации и «сухой ход».

Разработка математической модели проводится поэтапно (рис. 1-5), начиная с разработки математи-

ческой модели без стабилизации уровня жидкости в резервуаре или скважине (рис. 1) [1].

Затем вводится обратная связь по статическому напору с целью стабилизации уровня жидкости. При переменном притоке, сопровождающимся изменением статического напора  $H_c$ , возникает необходимость стабилизации уровня жидкости на высоких отметках, которая позволяет минимизировать статический напор. Так как основное электропотребление насосного агрегата связано со статическим напором, то такого рода минимизация позволяет реализовать энергоэффективный режим работы насосной установки.

В современных отечественных и зарубежных системах регулирование режимов работы насосных установок осуществляется посредством автоматизированного регулируемого электропривода.

**Рис. 1. Структурная схема частотно-регулируемого насосного агрегата с разомкнутым воздействием по уровню жидкости**

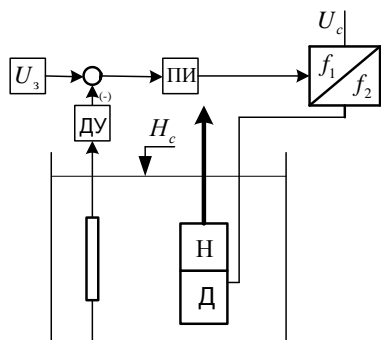
В таких системах регулируемым параметром является уровень жидкости, значение которого выбирается исходя из следующих соображений. С энергетической точки зрения уровень следует поддерживать на самой высокой отметке, так как это уменьшает статическую высоту подъема жидкости. Однако, при этом, следует учитывать величину притока в резервуар или скважину, так как высоко заявленный уровень может не соответствовать притоку жидкости.

Это может привести к сбою системы автоматической стабилизации уровня жидкости. Схема стабилизации уровня жидкости рассмотрена на примере системы, изображенной на рис. 2, а процесс стабилизации – на рис. 3.

Процесс стабилизации уровня в скважине рассмотрен на напорных характеристиках насоса и трубопровода. Предположим, что в некоторый момент времени насос работает с угловой скоростью  $\omega_1$  и обеспечивает подачу  $Q_1$  и напор  $H_1$ . Этому режиму соответствует уровень жидкости в скважине  $h_{зад}$  и приток  $q_1$ .

При уменьшении притока до  $q_2$  из-за несоответствия притока и подачи  $q_2 < Q_1$ , уровень жидкости снизится на значение  $\Delta h$ .

Соответственно возрастет статический напор, и характеристика трубопровода займет положение D. При этом подача насоса также несколько уменьшится до точки 1'. Однако это не компенсирует умень-

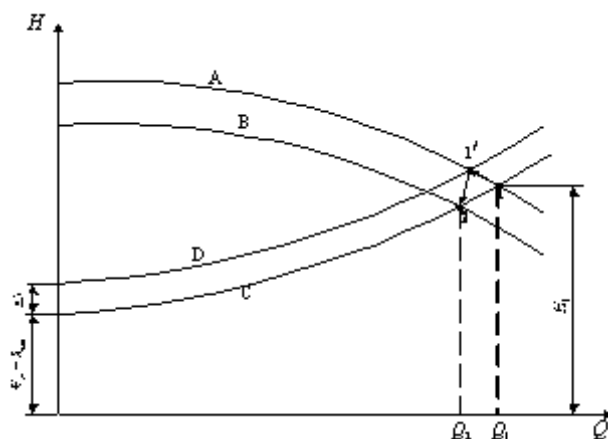


**Рис. 2. Схема стабилизации уровня жидкости в скважин:**  $U_3$  - сигнал задания по уровню жидкости; ПИ – пропорционально-интегральный регулятор; ДУ – преобразователь датчика уровня; Н – насосная часть агрегата; Д – двигательная часть агрегата

шение притока. Подача насоса за счет того, что характеристики насоса и трубопровода криволинейны, снижается в гораздо меньшей степени, чем уменьшится приток. При этом произойдет рассогласование задающего сигнала системы регулирования и сигнала, поступающего от датчика уровня.

В результате этого регулятор выдает обработанный по ПИ-закону сигнал в систему управления частотно-регулируемого электроприводу, снижающий угловую скорость насосного агрегата. При снижении угловой скорости характеристика насоса сместится в положение В, соответствующей угловой скорости  $\omega_2$ , новому значению притока  $q_2$  и заданному уровню жидкости, рабочая точка насоса переместится в точку 2. В этой рабочей точке обеспечивается  $q_2 = Q_2$ .

При увеличении притока система регулирования действует аналогично, но в противоположном на-



**Рис. 3. Процесс стабилизации уровня жидкости:** А - напорная характеристика насоса при  $\omega_1$ ; В – то же при  $\omega_2$ ; С - характеристика трубопровода при заданном уровне; D - характеристика трубопровода при пониженном уровне

правлении. В результате система регулирования поддерживает заданный уровень жидкости в резервуаре или скважине, обеспечивая равенство подачи насоса и притока  $Q = q$  и стабильность заданного уровня.

Таким образом, обеспечивается работа насосного агрегата в экономичном режиме, без превышения статических напоров. Структурная схема частотно-регулируемого электропривода с ПИ-регулятором, составленная на основе [2], представлена на рис. 4. Она состоит из последовательно соединенных безынерционных, инерционных и интегрирующих звеньев с внутренней обратной связью по угловой скорости.

Для обеспечения необходимой точности регулирования координат используется пропорционально-интегральный регулятор (ПИ-регулятор).

Передаточная функция ПИ-регулятор имеет вид [3]:

$$W_{\text{ПИ}}(p) = \frac{(T_i p + 1)}{T_p p}$$

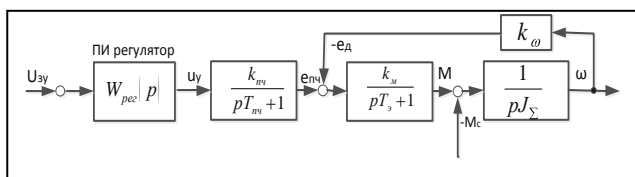


Рис. 4. Структурная схема частотно-регулируемого электропривода с ПИ регулятором

где  $T_3$  - электромагнитная постоянная времени системы «преобразователь частоты - электродвигатель»;

$T_p$  - постоянная времени ПИ-регулятора.

Для определения постоянной времени ПИ-регулятора предварительно определяются:

1. Коэффициент передачи обратной связи по уровню жидкости  $k_{oy}$ . При определении коэффициента передачи обратной связи по уровню руководствуются следующими соображениями.

Сигнал управления уменьшается вдвое по сравнению с номинальным значением для возможности создания стабилизируемого уровня как выше, так и ниже относительно требуемой оптимальной настройки. На практике это обеспечивает более гибкую наладку системы автоматической стабилизации.

С учетом этого:

$$K_{oy} = \frac{U_{y,ном} / 2}{H_c} = \frac{U_{y,ном} / 2}{H_{под} - H_{ур}}$$

где  $H_{под}$  - высота подъема жидкости;

$H_{ур}$  - уровень жидкости над насосом.

2. Коэффициент передачи насоса по статическому напору:

$$K_{нас} = \frac{H_c}{\omega_{ном}} = \frac{H_{под} - H_{ур}}{\omega_{ном}}$$

Постоянная времени ПИ-регулятора:

$$T_p = \frac{2T_{пч} K_{пч} K_M K_{нас} K_{oy}}{J_\Sigma}$$

Для вычисления подачи, напора, КПД, мощности, статического момента насоса в режиме стабилизации уровня используются зависимости приведенные в [1].

При этом стабилизируемым параметром является статический напор  $H_c$ , являющийся составной частью этих зависимостей.

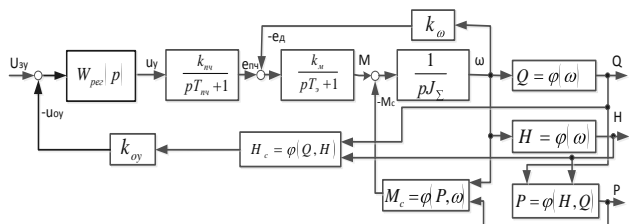


Рис. 5. Структурная схема частотно-регулируемого насосного агрегата со стабилизацией уровня жидкости в резервуаре или скважине

Вычисление статического напора  $H_c$  (стабилизируемая величина) в соответствии с характеристикой трубопровода производится с учетом притока жидкости в резервуар или скважину:

$$H_c = H - \frac{H_{ном} - H_c}{Q_{ном}^2} \cdot Q_{np}^2$$

После преобразования:

$$H_c = \frac{H Q_{ном}^2 - H_{ном} Q_{np}^2}{Q_{ном}^2 - Q_{np}^2}$$

В результате получаем формулу, определяющую статический напор (стабилизируемая величина) при переменном притоке жидкости в резервуар или скважину:

$$H_c = \frac{H - H_{ном} \cdot \left( \frac{Q_{np}}{Q_{ном}} \right)^2}{1 - \left( \frac{Q_{np}}{Q_{ном}} \right)^2}$$

Где  $Q_{np}$  - приток жидкости.

Структурная схема насоса представляется в виде функциональных блоков, реализующих различного вида зависимости по подаче, напору, мощности, моменту статического сопротивления и статического напора от угловой скорости электропривода.

Структурная схема частотно-регулируемого насосного агрегата со стабилизацией уровня жидкости представлена на рис. 5, на котором блоки структурной схемы насоса представляют собой функциональные зависимости подачи  $Q = \varphi(\omega)$ , напора  $H = \varphi(Q)$ , мощности  $P = \varphi(Q, H)$  и момента статического сопротивления  $M_c = \varphi(P, \omega)$  от угловой скорости насоса.

Выделение статического напора для реализации обратной связи по уровню жидкости осуществляется с помощью блока  $H_c = \varphi(Q, H)$ .

#### Список литературы:

1. Худайбердиев Ш.М. Разработка математической модели частотно-регулируемого электропривода с разомкнутым воздействием по уровню жидкости // Горный вестник Узбекистана - 2013. - №2
2. Худайбердиев Ш.М., Тошов Б.Р., Каршибаев А.И. Разработка математической модели частотно-регулируемого электропривода // Горный вестник Узбекистана. - 2012. - №4 - С. 114-116.
3. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках. - М.: Энергоатомиздат, 2006 г. - 360 с.

# ОЦЕНКА СТАТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ СИСТЕМ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МЕСТОРОЖДЕНИЯМ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Тошов Ж.Б., ст. научный сотрудник - соискатель НГГИ, канд. техн. наук; Сувонов Ф.О., студент ТашУИТ

*Makolada parametrlari chegaralangan soxada o'zgaruvchan, taqsimlangan parametrli sistemalar chegaraviy masalasing echimini statistic baholash keltiriladi. Olingan baholash taqsimlangan parametrli sistemalarning xolatini analiz qilishning amaliy masalalarini echishda qo'llanilishi mumkin bo'lib, bunday jarayonlar neftgaz konlarini o'zlashtirish va ishlatish hamda yer osti gidrodinamik ishqorlash jaraenlarida uchraydi.*

*Tayanch iboralar: statistic baholash, foydali qazilma, taqsimlangan parametrli, quduq, ishqorlash, plast, zichlik, gidrodinamik jarayon, amaliy masala, differensial tenglama.*

*Statistical assessment of solutions to problems of distributed constants system is presented in this article. This assessment can be used for solving the practical problems of analysis of distributed constants system. Such processes are encountered in processing of oil and gas fields as well as hydrodynamic underground leaching.*

*Key words: static evaluation, mineral resources, the distributed parameters, plastic, density, hydrodynamic process, application task, differential equations.*

При разработке нефтяных и газовых месторождений, а также в процессах подземного выщелачивания в горнорудных месторождениях продуктивный пласт и скважина (множества скважин) являются основными составляющими элементами технического объекта управления. Продуктивный пласт и размещенные в нем скважины можно представить как единую гидродинамическую систему с распределенными параметрами (параметры изменяются в пространстве и во времени), а состояние самой системы описывается дифференциальными уравнениями в частных производных. Таким образом, «пласт-скважина» («П-С») рассматривается как гидродинамическая система управления с распределенными параметрами. При определении режимов функционирования системы «П-С» требуется решение прикладных задач программного управления, т.е. определение состояния системы в пространстве и во времени.

Состояние системы (поле давлений) «П-С» описывается линейным дифференциальным уравнением в частных производных эллиптического типа [1]:

$$L(A) = - \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} (K_{i,j}(x) \frac{\partial p}{\partial x_j}) = 0, x \in D, \quad (1)$$

где  $D$  - ограниченная область  $n$  - мерного пространства  $R^n$ , бесконечно гладкая граница которого состоит из внешнего контура  $\Gamma_0$  и внутренних контуров  $-\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_n$  контуров скважин (в случае плоского пласта  $n=2$ ).

$K(x) = kb/\mu = const$  - коэффициенты комплекса фильтрационных параметров ( $k$  - коэффициент проницаемости продуктивного пласта,  $b$  - мощность пласта,  $\mu$  - коэффициент вязкости жидкости).

Давление на внешнем контуре области задано в виде:

$$p(x) = p_0(x), \quad x \in \Gamma_0. \quad (2)$$

На контуре скважин:

$$\oint_{\Gamma_i} \frac{\partial u}{\partial n} ds = q_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где  $q_i$  - дебиты скважин.

Уравнение (1) при различных краевых условиях решалось методом статистических испытаний по правилам «блуждания по решетке» [1, 2]. В настоящей работе предлагаются известные правила статистического испытания - «блуждания по сферам» [3, 4]. Для решения краевой задачи (1)-(3) вводим новую функцию:

$$u = \frac{kb}{\mu} p(x), \quad u = u(x),$$

тогда уравнение (1) имеет вид:

$$\Delta u = 0, \quad (4)$$

где  $\Delta$  - оператор Лапласа.

Вводим ряд обозначений и определений. Пусть:

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^m \left\{ x : |x - w_i| < r_i \right\}, \quad (5)$$

односвязная область, ограниченная лишь одной  $\Gamma$ , здесь  $w_i$  и  $r_i$  соответственно центр и радиус контура  $\Gamma_i$ ;

$$\Omega = \left\{ w_i \right\}, \quad i = \overline{1, n}$$

$$V_R(x) = \left\{ x : |x - x'| \leq R \right\}$$

$$w_R = \left\{ x - x' : |x - x'| = R \right\}. \quad (6)$$

Определим число  $\delta(D)$ , которое характеризует

меру плотности скважин следующим образом:

$$\delta(D) = \min_{i \neq j} \min |w_i - w_j| \min_i \rho(w_i, \Gamma), \quad (7)$$

где  $\rho(w_i, \Gamma)$  - расстояние между множествами  $w_i$  и  $\Gamma$ .

**Определение.** Сфера  $w_R(x)$  с центром в точке  $x \in \bar{D}$  называется допустимой сферой, если  $w_R(x) \in \bar{D}$  и имеет место неравенство:

$$\rho(w_R(x), \Omega) > \frac{\delta(D)}{16n}.$$

**Утверждение 1.** Для любой  $x \in \bar{D}$  существует допустимая сфера  $w_R(x)$ , причем радиус этой сферы удовлетворяет неравенству:

$$R > \min \{ \chi(x), \delta(\bar{D})/8 \}. \quad (8)$$

**Доказательство.** Пусть  $d(x) > \delta(D)/4$ .

Определим множество:

$$A_s(x) = V_{R_s}(x) \setminus V_{R_{s-1}}(x),$$

где

$$R_s = \frac{d(x)}{2} + s \frac{d(x)}{2 * 2n}, s = 1, 2n+1.$$

Известно, что  $A_s$  множества, попарно не пересекаются и их количество равно  $2n+1$ .

Множество  $\Omega = \{v_i\} i = 1, n$  имеет  $n$  элементов, поэтому существует такое  $S_0$ , что и во множествах  $A_{s_0}$  и  $A_{s_0+1}$  нет элементов из  $\Omega$ . Если определим:

$$R = \frac{d(x)}{2} + s_0 \frac{d(x)}{4n},$$

то для  $R$  выполнено неравенство (8) и сфера  $w_R(x)$  является допустимой.

Когда  $d(x) < \delta(D)/4$  то полагая, что  $R = d(x)$ , получим требуемый радиус сферы. Утверждение 1 доказано.

В дальнейшем всюду будем считать, что

$$\frac{\delta(D)}{16} \gg \max_{i=1, n} R_i.$$

Пусть  $x_0 \in D$ , и  $w_{R_0}(x_0)$  - допустимая сфера. Используя фундаментальное решение оператора Лапласа, легко получить представление:

$$\begin{aligned} u(x_0) &= \frac{1}{2\pi R_0} \oint_{w_{R_0}(x)} u(x) ds_x + \\ &+ \sum_{i=1}^n \chi_{R_0}(x_0, w_i) \oint_{w_{R_0}(x)} \frac{1}{2\pi} \frac{R_0}{|x-x_0|} \frac{\partial u(x)}{\partial n} ds_x + \\ &+ \sum_{i=1}^n \chi_{R_0}(x_0, w_i) \oint_{w_{R_0}(x)} \frac{u(x) \cos \psi_{x_0, x}^i}{2\pi |x-x_0|} ds_x, \end{aligned} \quad (9)$$

где  $\psi_{x_0, x}^i$  - угол между нормалью к контуру  $\Gamma_i$  и векторам  $x-x_0$ :

$$\chi(x, y) = \begin{cases} 1, \text{если } |x-y| < 1 \\ 0, \text{если } |x-y| \geq 1 \end{cases}.$$

Пусть  $u_i$  - среднее значение функции  $u(x)$  во внутреннем контуре  $\Gamma_i$ , т.е.:

$$u_i = \frac{1}{2\pi r_i} \oint_{w_{R_0}(x)} u(x) ds_x. \quad (10)$$

Таким образом, из (10) получим:

$$\oint_{w_{R_0}(x)} \frac{\cos \psi_{x_0, x}^i}{2\pi |x-x_0|} ds_x = 0, (x \in D).$$

Из (9) получим (11):

$$\begin{aligned} u(x_0) &= \frac{1}{2\pi R_0} \oint_{w_{R_0}(x)} u(x) ds(x) + \sum_{i=1}^n \chi_{R_0}(x_0, \omega_i) \frac{q_i}{2\pi} \ln \frac{R_0}{|\omega_i - x_0|} + \\ &+ \sum_{i=1}^n \chi_{R_0}(x_1, w_i) \oint_{w_{R_0}(x)} \frac{1}{2\pi} \ln \frac{|w_i - x|}{|x - x_0|} \frac{\partial u}{\partial n} ds_x + \\ &+ \sum_{i=1}^n \chi_{R_0}(x, \omega_i) \oint_{\Gamma_i} \frac{u(x) \cos \psi_{x_0, x}^{(i)}}{2\pi |x-x_0|} \cos \psi_{x_0, x}^{(i)} ds_x. \end{aligned}$$

Так как:

$$\frac{d_0}{d_0 + r_i} < \frac{|\omega_i - x_0|}{|x - x_0|} < \frac{d_0}{d_0 - r_i},$$

при:

$$d_0 \gg \max r_i$$

$$i = \overline{1, n},$$

получим:

$$\left| \ln \frac{|\omega_i - x_0|}{|x - x_0|} \right| < \frac{r_i}{d_0}.$$

Из (10) и (11) получим:

$$\begin{aligned} u(x_0) &= \frac{1}{2\pi R_0} \oint_{w_{R_0}(x)} u(x) ds_x + \\ &+ \sum_{i=1}^n \chi_{R_0}(x_0, \omega_i) \frac{q_i}{2\pi} \ln \frac{R_0}{|\omega_i - x_0|} + \alpha(x_0), \end{aligned} \quad (12)$$

где

$$|\alpha(x_0)| < \sum_{i=1}^n \frac{r_i^2}{d_0} \max \left| \frac{du}{dn} \right| + \sum_{i=1}^n \frac{r_i}{d_0} \max_{\Gamma_i} |u - u_i|.$$

Если  $x_0 = \omega_i$ , то аналогичным способом имеем:

$$\begin{aligned} u_i &= \frac{1}{2\pi R_0} \oint_{w_{R_0}(x)} + \frac{q_i}{2\pi} \ln \frac{R_0}{r_i} + \\ &+ \sum_{i \neq j} \chi_{R_0}(x_0, \omega_j) \frac{q_j}{2\pi} \ln \frac{R_0}{|\omega_j - x_0|} + \beta(x), \end{aligned} \quad (13)$$

где для  $\beta(x)$  также имеет место неравенство (8). Но вместо  $d_0$  надо подставить  $\delta(D)$ , т.е.:

$$|\beta(x_0)| < \sum_{i=1}^n \frac{r_i^2}{\delta(D)} \max_{\Gamma_i} \left| \frac{du}{dn} \right| + \sum_{i=1}^n \frac{r_i}{\delta(D)} \max_{\Gamma_i} |u - u_i|.$$

Пусть:

$$\delta_0 = \frac{\delta(D)}{16n}, \quad \delta_i = \frac{\delta(D)}{8}.$$

Построим цепь Маркова, начинающуюся с точки  $x_0$ , по рекуррентной формуле:

$$x_n = x_{n-1} + \vec{\omega}_n R_{n-1},$$

где последовательность  $\omega_n$  - изотропные независимые векторы, равномерно распределенные на единичной сфере.

Относительно цепи Маркова сделаем два предположения:

а)  $R_n > \min \{ \chi(x_n), \delta \}$ ;

б)  $\rho(w_{R_n}(x_m), \Omega) > \delta_0, m = 1, 2, \dots$

Из утверждения 1 следует, что для любой точки

$x \in \bar{D}$  можно построить цепь  $\{x_n\}_{n=1}^{\infty}$  по правилу (13), для которой выполнено условие а) и б).

В дальнейшем будем предполагать, что цепь удовлетворяет условиям а) и б).

Пусть  $\varepsilon > 0$  и  $\Gamma_\varepsilon = \{x \in D : \rho(x, \Gamma) < \varepsilon\}$  где  $\varepsilon$  - окрестность границы.

Введем момент остановки частиц:

$$N_\varepsilon = \min \{n : x_0 \in \Gamma_\varepsilon\}$$

для цепи Маркова  $\{x_n\}_{n=1}^{\infty}$ .

Построим следующую оценку:

$$\xi_\varepsilon(x_0) = \sum_{n=1}^{\infty} f(x_n) + \varphi(\bar{x}_\varepsilon), \quad (14)$$

где  $x_\varepsilon$  - ближайшая точка от внешней границы  $\Gamma$  к  $X_{N_\varepsilon}$ ;

$$f(x_0) = \begin{cases} \sum_{i=1}^n \chi_{R_i}(x_0, \omega_i) \frac{q_i}{2\pi} \ln \frac{R_0}{|x_0 - \omega_i|}, & \text{если } x_0 \in D, \\ \frac{q_i}{2\pi} \ln \left( \frac{R_0}{r_0} \right) + \sum_{i \neq j} \chi_{R_i}(x_0, \omega_i) \frac{q_i}{2\pi} \ln \frac{R}{|x_0 - \omega_i|}, & \\ \frac{q_i}{2\pi} \ln \left( \frac{R_0}{r_0} \right) + \sum_{i \neq j} \chi_{R_i}(x_0, \omega_i) \frac{q_i}{2\pi} \ln \frac{R}{|x_0 - \omega_i|}, & \text{если } x_0 = \omega \end{cases}; \quad (15)$$

$$f(x_n) = \sum_{i=1}^n \chi_{R_i}(x_n, \omega_i) \frac{q_i}{2\pi} \ln \frac{R_n}{|x_n - \omega_i|}, n = 1, 2. \quad (16)$$

Нетрудно убедиться, что при выполнении условия имеет место Утверждение 2.

**Утверждение 2.** Для момента остановки  $N_\varepsilon$  выполняется оценка:

$$MN_\varepsilon < C |\ln \varepsilon|,$$

где константа  $C$  зависит лишь от свойств границы  $\Gamma$ .

Заметно, что функция  $f(x)$  в определении оценки (14) ограничена сверху числом:

$$\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{2\pi} \ln \left( \frac{d}{\delta_0} \right) + \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{2\pi} \ln \left( \frac{d}{r_i} \right) \geq f(x_n), \quad (17)$$

где  $d$  - диаметр области  $D$ ,  $a$  также как в [3] можно доказать следующее утверждение.

**Утверждение 3.** Дисперсия оценки  $\xi_\varepsilon$  равномерно ограничена.

**Теорема.** Пусть  $x_0 \in D$  и  $\min \rho(x_0, \Gamma_i) = d_0$ , тогда для смещения:

$$i = 1, n$$

$$|u(x_0) - M_{\xi_\varepsilon}(x_0)|$$

оценки (14), справедливо неравенство:

$$|u(x_0) - M_{\xi_\varepsilon}(x_0)| < \sup |u(x) + \psi(\bar{x})| + e \left| \ln \varepsilon \right| \left( \frac{1}{d_0} + \frac{1}{\delta_0} \right) \sum_{i=1}^n r_i^2 \max \left| \frac{du}{dn} \right| + r_i \max |u - u_i|. \quad (18)$$

Если  $x_0 = \omega_i$ , то также выполняется оценка (19):

$$|u_i - \xi_\varepsilon(\omega_i)| < \sup_{x \in \Gamma_\varepsilon} |u(x) - \psi(\bar{x})| + \frac{C |\ln \varepsilon|}{\delta_0} \sum_{i=1}^n (r_i^2 \max \left| \frac{du}{dn} \right| + r_i \max |u - u_i|),$$

где  $\bar{x} \in \Gamma$  ближайшая точка к  $x \in \Gamma_\varepsilon$ , а константа  $C$  зависит лишь от границы  $\Gamma$ . Доказательство неравенства (18) легко вытекает из (12), (13) и (15), (16).

Полученная оценка решений дифференциального уравнения с частными производными (1) в ограниченной области изменения параметров с крайвыми условиями (2), (3) может быть использована при решении прикладных задач анализа состояний систем с распределенными параметрами, которые встречаются при разработке и эксплуатации нефтегазовых месторождений, а также в гидродинамических процессах подземного выщелачивания.

**Список литературы:**

1. Садуллаев Р., Абуталиев Э.Б. Численно-статистическое моделирование фильтрационных процессов и методов их расчета. Ташкент: Фан. 1982. – 108 с.
2. Ермаков С.М., Грамовский Б.Л. Метод Монте-Карло (обзор 1971-1975 гг.) Теория вероятностей, Математическая статистика. Техническая кибернетика. (Итоги науки и техники). Том 13. – М.: - 1976. – С.59-108.
3. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Курс статистического моделирования. – М.: Наука. - 1976. – 319 с.
4. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. – М.: Наука 1975.- 472 с.

# ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИАНИЛИНОВЫХ СОРБЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ИОННООБМЕННОЙ АДСОРБЦИИ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Набиев А.Н., зав. лаборатории «Компанизационных сорбентов» ГУП «Фан ва тараккиёт» ТГТУ, канд. хим. наук

*Polianilinli sorbentlarni yuqori darajadagi sorbsilanish va termodinamik xarakteristikalari ustida olib borilgan ilmiy izlanishlar kompozision polianilin sorbentlarining yuzasidagi spesifik tasirlanishlar shu yuzadagi van-der-*

vals tasir kuchlari ostida sodir bo'lar ekanligini ko'rsatdi. Polianilinli sorbentlarining olinishida hosil bo'lgan g'ovaklanish shu sorbent tarkibidagi namlik sirt tarangligiga, dielektrik doimiligiga, bentonit qo'shimchasi molekulalar o'lchamiga, muhitning namlik dipol momentiga va pH ko'rsatgichiga bog'liq bo'lishi aniqlandi.

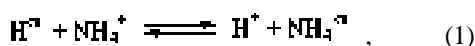
Tayanch iboralar: polianil sorbenti, ionalmashtirish adsorbsiyasi, intermitsellyar suyuqlik, termodinamik tasnif.

Factors influencing the change of porous structure when preparing polyaniline sorbents are: liquid tension, dielectric constant, molecular size of Nurata bentonitic additives, polarity, dipole moment of liquid medium, pH value.

Key words: polyaniline sorbent, ion-exchange adsorption, intermitsellyar liquid, thermodynamic characteristic.

Несмотря на сравнительно небольшой период интенсивного исследования и получения многочисленных полианилиновых комплексов и композиций на их основе, они пока не нашли широкого применения в промышленности. Следует отметить, что особенно полианилиновые комплексы и сорбционные композиционные материалы на их основе обладают важными физико-химическими, механическими, электропроводящими и др. свойствами [1, 2]. Многие из этих композиционных материалов можно использовать в качестве сорбентов, особенно, для очистки вредных газовых выбросов и ряда сточных вод. В связи с этим, нами было уделено особое внимание глубокому исследованию физико-химических и механических свойств полученных нами образцов и разработке технологического получения полианилиновых сорбентов [3, 4].

Проведены исследования свойств поверхности полианилиновых сорбентов методом ионообменной адсорбции в водном растворе (табл. 1, 2, рис. 1). В качестве химического вещества (зонда) для определения кислотных свойств сорбентов был использован титрованный раствор 0,13М ацетата аммония, ионный обмен которого с поверхностью сорбентов осуществлялся по следующей схеме:



где  $H^+$ ,  $NH_4^+$  - ионы в растворе;

$H^{cb}$ ,  $NH_4^{cb}$  - ионы, связанные с поверхностными центрами сорбента.

Рассчитаны константы равновесия  $K_{cp}$  (2), позволяющие оценивать относительную силу щелочных центров элементсодержащих полианилиновых сорбентов (табл. 1). Данные, представленные в табл. 1, указывают на то, что полианилиновые композиционные сорбенты, полученные электрофракальным методом:

- позволяют регулировать свойства поверхностных центров сорбентов, изменяя, в частности, концентрацию щелочных центров, их константу равновесия  $K_{cp}$ :

$$K_{cp} = \frac{[H^+] \cdot [NH_4^+]}{[H^{cb}] \cdot [NH_4^{cb}]} ; \quad (2)$$

- способствуют увеличению смещения заряда протонодонорных групп и усилению щелочных свойств полианилиновых композиционных сорбентов с Нуратинскими бентонитовыми добавками. Нами были исследованы термодинамические характеристики сорбции нитрозных газов  $N_2O$ ,  $NO$  на поверхности полианилинового композиционного сорбента. Решая уравнение Ленгмюра на основе прямолинейной графической формы, была определена предельная сорбция нитрозных газов  $N_2O$ ,  $NO$  на полианилиновый композиционный сорбент с Нуратинской бентонитовой добавкой. В последующем, для температур 278К, 297К и 318К были рассчитаны константы сорбции, а по ним величины изменения энтальпии ( $\Delta H$ ) и изобарно-изотермического потенциала ( $\Delta G$ ) сорбционного процесса (табл. 2).

Таблица 1

Степень абсорбции оксидов азота при разных соотношениях ПАНИ/ПКА

Соотношения ПАНИ/ПКА	%, $NO_2$	%, $NO$
100/0	44,7	33,0
80/20	52,8	41,0
75/25	54,0	44,2
50/50	61,6	54,0
35/65	61,2	53,0
25/75	51,0	47,0
20/80	40,0	39,2
10/90	21,0	21,0

Примечание: полианилиновый сорбент - 7%-ный с добавкой бентонита. Условия абсорбции: температура - 25-28 °С, время контакта - 3-5 с

Таблица 2

Основные термодинамические характеристики сорбционности полианилинового композиционного сорбента с бентонитовой добавкой в условиях улавливания нитрозных газов  $N_2O$ ,  $NO$

Температура, Т, К	Величина сорбции, Г, mg/g сорбента	Концентрация сорбции, $K \cdot 10^{-3}$	$\Delta H$ , kJ/mol	$\Delta G$ , kJ/mol	$\Delta S$ , kJ/mol* К
278	31,2	530,12	75,36	53,84	62,28
297	12,3	327,81	23,91	17,08	33,61
318	2,6	210,73	18,28	13,68	31,84

По результатам исследований установлено, что полианилиновый композиционный сорбент обладает высоким уровнем сорбции, а термодинамические характеристики свидетельствуют о том, что специфические взаимодействия на поверхности композиционного полианилинового сорбента протекают за счет ван-дер-ваальсовых сил.

Для оценки реакционной способности методом локального минимума, определено распределение электронной плотности в макромолекуле полианилина (рис. 1).

Молекулярный электростатический потенциал характеризует энергию электростатического взаимодействия между молекулярным (отрицательным и положительным) распределением зарядов и единичным положительным бесконечно малым зарядом.

В конечном итоге, указанные зависимости определяют реакционную способность, химическую активность полианилиновых комплексов и композиции, т. к. концентрация бентонитовых добавок имеет важное значение в улучшении сорбционности полианилиновых сорбентов.

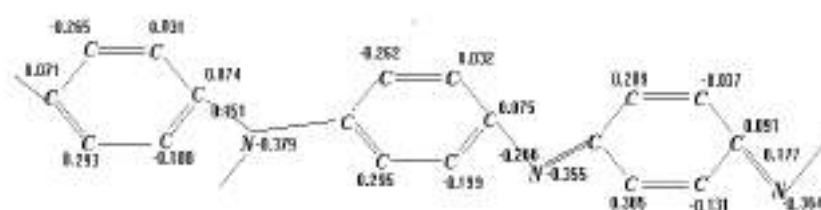


Рис. 1. Структура макромолекулы полианилина по методу расчёта PM3

Таким образом, из выше рассмотренного можно сделать вывод:

1. При получении полианилиновых сорбентов на изменение пористой структуры оказывают влияние поверхностное натяжение интермицеллярной жидкости, диэлектрическая постоянная, размер молекул Нуратинской бентонитовой добавки, полярность, дипольный момент жидкой среды, значение-рН.

2. Полученные термодинамические характеристики свидетельствуют о том, что специфическое взаимодействие на поверхности композиционного полианилинового сорбента протекает за счет ван-дер-ваальсовых сил.

#### Список литературы:

1. G.Du, J. Avlynov, C.Y.Wu, K.G.Reimer, A.Benatar, MacDiarmid, and A.J. Epstein. Thermal characterization of doped polyaniline and its composites. *Synthetic Metals*. Volume – 85, pp 1339-1410. 1997.
2. Dennis E. Taliman, Gordon G. Wallace. Preparation and preliminary characterization of a poly(4-vinilpyridine) complex of a water – soluble polyaniline. *Synthetic Metals*, Volume 90, Issue 1, Oktober 1997, Pages 13-18.
3. Aysegul Gok, Bekir Sari, Muzaffer Talu. Synthesis and characterization of conducting substituted polyanilines. *Synthetic Metals*, Volume 142, Issues 1-3, 13 April 2004, Pages 41-48.
4. John M. Kinyanjui and David W. Hatchett. Chemical Synthesis of a Polyaniline/Gold Composite Using Tetrachloroaurate. *Chem. Mater.* 2004. 16 (17), pp 3390–3398.

УДК 631.31

© Ахметов А.А., Иноятов И.А. 2013 г.

## ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ УПЛОТНЯЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ

Ахметов А.А., ст. научный сотрудник специального конструкторского бюро «Трактор», канд. техн. наук, Иноятов И.А., директор представительства «Узгеоавто», канд. техн. наук

*Tuproqqa ishlov berish mashinalarining ishchi organ konstruksiyasining parametrlarining ta`siri ko`rsatilgan b`lib ular asosan tishlik-plastinkasimon katokning konstruksiyalashtirishda hisobga olinishi kerak.*

*Tayanch iboralar: konstruktiv parametrlar, tuproqqa ishlov berish mashinalari, tishli- plastinkasimon katok, tuproq-klimatik sharoyit, ishchi organ konstruksiyasi.*

*Factors in design data of tillage tool compactives which must be considered when designing toothed and slatted rollers are presented in this article.*

*Key words: design data, the soil-cultivating car, gear skating rink, soil climatic conditions, a type of cultivated culture.*

Изменение структуры сельского хозяйства, образование фермерских и других форм хозяйствующих субъектов с различными формами собственности обуславливает необходимость реформирования многих аспектов сельскохозяйственного сектора, в т.ч. структуру технической базы и их оснащенности. В этом плане обеспечение хозяйствующих субъектов мобильным и компактным машинотракторным парком приобретает первостепенное значение.

Применение в сельском хозяйстве комбинированных машин, выполняющих несколько агроопераций за один проход агрегата, существенно влияет на мобильность и компактность машинотракторного парка.

Особенно данный вопрос важен для предпосевной подготовки почвы, где краткие сроки посевного периода с одной стороны и метеорологические условия, связанные с частыми осадками, с другой, требуют подготовку почвы в сжатые сроки, желательно за один проход агрегата.

В перспективе такие машины наряду с мобильностью и компактностью могут стать основой создания более экологичных и ресурсосберегающих систем земледелия, обеспечивающих достаточно высокий уровень сельскохозяйственного производства.

Следует отметить, что общим признаком в конструкции комбинированных почвообрабатывающих машин является завершение технологической цепочки расположения рабочих органов уплотняющим рабочим органом, конструкции которых весьма разнообразны, но среди них для работы в составе комбинированных почвообрабатывающих машин наиболее приемлемыми являются уплотняющие рабочие органы каткового типа.

Подавляющее большинство зарубежных фирм и машиностроительных предприятий, выпускающих комбинированные почвообрабатывающие машины, в основном используют борончатые катки различной конструкции [1].

Борончатые катки с планчатыми рабочими элементами могут быть изготовлены с зубьями на планке или без них. По расположению планок на катке - по прямой или по винтовой линии - они в подавляющем большинстве случаев именуется зубчато-планчатым катком.

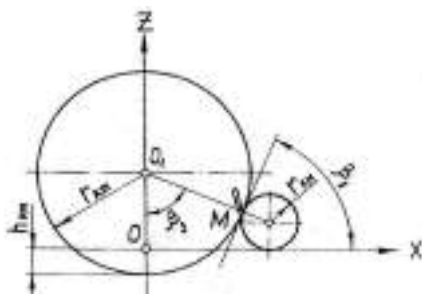


Рис. 1. Схема к определению радиуса зубчато-планчатого катка

Основным конструктивным параметром зубчато-планчатого катка, определяющим габаритные размеры как самого катка, так и комбинированной почвообрабатывающей машины в целом, является радиус катка.

С точки зрения снижения металлоемкости и массы радиус зубчато-планчатого катка, устанавливаемого в комбинированных почвообрабатывающих машинах должен быть минимальным, но с таким расчетом, чтобы при встрече с крупным почвенным комком каток мог легко перекатываться через него. При перекатывании через почвенный комок давление катка концентрируется на нем и разрушает его. В противном случае каток будет толкать почвенные комки перед собой, что приводит к нежелательному процессу - сгуживанию почвы. Следовательно, для предотвращения сгуживания почвы необходимо заземление почвенного комка между поверхностью поля и зубчатыми планками катка, т.е. соблюдение условия:

$$\beta_3 < \varphi_c + \varphi_n, \quad (1)$$

где  $\beta_3$  - угол заземления почвенных комков, градус;

$\varphi_c$  - угол трения почвы о металл, градус;

$\varphi_n$  - угол трения почвы о почву, градус.

Удовлетворение условию (1) для наихудшего случая, соответствующего заземлению почвенного комка внешней кромкой зубчатой планки, т.е. по внешнему диаметру зубчато-планчатого катка (рис.1), происходит при:

$$r_{км}(1 - \cos\beta_3) - h_{км} = Z_M > r_{км}(1 + \cos\beta_3), \quad (2)$$

где  $r_{км}$  - радиус зубчато-планчатого катка, м;

$Z_M$  - ордината точки контакта почвенного комка с зубчато-планчатым катком, м;

$h_{км}$  - глубина погружения зубчатых планок катка в почву, м;

$r_{км}$  - радиус комка, м.

После преобразования и решения уравнения (2) относительно  $r_{км}$ , а также принимая во внимания предельный случай, когда  $\beta_3 = \varphi_c + \varphi_n$ , получим минимальный радиус зубчато-планчатого катка, обеспечивающий заземление почвенного комка с диаметром в поперечнике:

$$r_{км} > \{h_{км} + r_{км} [1 + \cos(\varphi_c + \varphi_n)]\} / [1 - \cos(\varphi_c + \varphi_n)]. \quad (3)$$

По исходным агротехническим требованиям, предъявляемым к машинам для предпосевной обработки почвы, содержание почвенной фракции размерами более 50 мм в поперечнике допускается не более 5%. Данное требование относится и к каткам, снабженным планкой. Следовательно, во время работы катка, встречающиеся с планкой крупные почвенные комки должны быть разрушены на мелкие фракции, размерами в поперечнике менее  $d_{км} = 50$  мм.

В отличие от цилиндрического гладкого катка, который в основном уплотняет поверхностный слой почвы, планчатый каток, уплотняя почву ребрами своей планки, разбивает, крошит и вдавливают разрушенные комья в почву. Обычно глубину погружения планок катка определяют из технологического соотношения в зависимости от вида возделываемой сель-

скохозяйственной культуры. По данным академика Г.М. Рудакова [2] семена возделываемой сельскохозяйственной культуры следует заделывать во влажную почву на уплотненное семенное ложе, в котором необходимо обеспечить капиллярный подток влаги из нижележащих слоев. Семенное ложе не должно в дальнейшем оседать во избежание обрывов корневой системы проростков. Сверху семена должны быть прикрыты слоем рыхлой почвы, которая обеспечивала бы приток воздуха и тепла семенам, а также была бы легко проницаема для проростков.

Такое условие обеспечивается в том случае, когда зубчатые планки катка разрыхляют почву на глубину  $h_{км}$  и уплотняют ее нижележащие слои:

$$h_{км} = h_c - d_c, \quad (4)$$

где  $h_c$  - глубина заделки семян, м,

$d_c$  - диаметр семян, м.

При соблюдении соотношения (4) заделка семян производится по рыхлому слою почвы с минимальной затратой энергии и с обеспечением плотного контакта с почвой из-за вдавливания их каточком сеялки в уплотненное семенное ложе.

С учетом вышеизложенных соображений уравнение (3) можно представить в виде:

$$r_{км} > \{ h_c d_c + r_{км} [1 + \cos(\varphi_c + \varphi_n)] \} / [1 - \cos(\varphi_c + \varphi_n)]. \quad (5)$$

Из уравнения (5) видно, что радиус зубчато-планчатого катка, обеспечивающий выполнение исходных агротехнических требований, зависит от физико-механических свойств почвы, глубины заделки и диаметра семян возделываемой культуры. Таким образом, при конструировании зубчато-планчатых катков размеры его радиуса должны быть выбраны с учетом конкретных почвенно-климатических условий и вида возделываемой культуры.

#### Список литературы:

1. Усманов А.С. Машины для агропромышленного комплекса. Справочное пособие. Алматы, 2010. -500 с.
2. Рудаков Г.М. Технологические основы механизации сева хлопчатника. Ташкент: Фан, 1974. – с. 10-23.

УДК 622.817

© Воробьев А.Е., Чекушина Е.В., Рыгзынов Ч.Ц. 2013 г.

## МОНИТОРИНГ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ЗАЛЕЖЕЙ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ

Воробьев А.Е., заведующий кафедры «Нефтепромысловая геология, горное и нефтегазовое дело» РУДН, док. техн. наук, профессор; Чекушина Е.В., аспирант кафедры «Нефтепромысловая геология, горное и нефтегазовое дело» РУДН; Рыгзынов Ч.Ц., аспирант кафедры «Нефтепромысловая геология, горное и нефтегазовое дело» РУДН

*Keyingi yillardagi favqulotdagi vaziyatlar shu jumladan Baykal ko`li akvatoriyada yuzaga kelgan favqulotdagi vaziyat keltirilgan. Atrof muhitga ta`siri bo`yicha havfli akvalli gazli qatlamdagi gidrantarning tasnifi ishlab chiqilgan.*

*Tayanch iboralar: Baykal ko`li akvatoriyasi, akval qatlami, gazli gidrantlar, favqulotdagi vaziyat, mexanizm.*

*The growth of emergency situations in recent years including potential emergency situations in the water area of Lake Baikal are analyzed. Classification of gas hydrates deposits as per their environmental hazard level is developed.*

*Key words: water area of Lake Baikal, water deposits, gas-hydrants, emergency situations, mechanism.*

Под чрезвычайной ситуацией (ЧС) понимается обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления и т.д., которые могут повлечь или повлекли за собой жертвы или ущерб здоровью людей и окружающей среде. В данной статье приводится мониторинг таких ситуаций при разрушении залежей газовых гидратов на примере озера Байкал (рис. 1-б, табл. 1).

Наблюдаемый демографический рост населения и существенные социально-экономические изменения во всем мире постоянно увеличивают потребность освоения новых территорий для хозяйственных нужд и проживания людей, что неизбежно увеличивает вероятность развития различных опасных процессов.

При анализе природных катастроф в XX веке наблюдается тенденция увеличения их числа с начала века по конец XX века в 20 раз. Так, в мире в начале

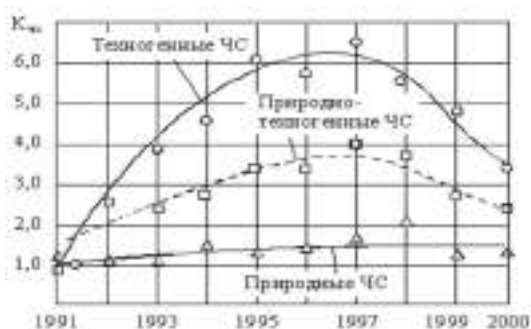


Рис. 1. Динамика коэффициента относительного роста числа чрезвычайных ситуаций

столетия регистрировалось в среднем 10 крупных природных катастроф в год, в середине века - 65, а в конце XX века - уже почти 200. В результате происходящих стихийных бедствий в мире погибло свыше 8 млн. человек за одно столетие: от наводнений - почти 32%, от тропических штормов - 32%, от землетрясений - 11 %, от засухи - 10% и т.д. [1].

Причем, в последнее время из-за природных катастроф быстро возрастают материальные потери. Так, с периодичностью в 7 лет экономические потери возрастают в 2 раза (эта тенденция выявлена за последние 50 лет).

В частности, только в период с конца XX века по начало XXI века экономический ущерб, нанесенный всего лишь шестью видами опасных природных процессов в среднем составил 150 млрд. долл. США в год. При этом, в последнее время из-за разрушительных природных явлений за этот период количество жертв увеличилось на 4,3%, а в целом пострадавших - на 8,6% [1].

Россия входит в пятерку экспортеров энергетического сырья в мире, поэтому характерно встает вопрос о сохранности сооружений добычи и разработки при нарастании угроз в природно-техногенной сфере, а техногенные и природные катастрофы становятся постоянно действующими факторами.

Среднестатистически ежегодно в России происходят около 240 ЧС природного характера (рис. 1).



Рис. 2. Схема расположения залежей газовых гидратов

По данным МЧС России наиболее частыми природными ЧС являются: атмосферного характера (ураганы, бури, смерчи, шквалы) - 28%; землетрясения - 24%; наводнения - 19%; оползни и отвалы - 4%; лесные пожары и т.д. - 25%.

В связи с разнообразием условий территории Российской Федерации существует значительное разнообразие и видов чрезвычайных ситуаций, важными среди которых являются ситуации, обязанные своим появлением различным крупным акваториям.

Байкал является глубочайшим озером на Земле и одним из самых больших по площади. Он занимает центральную часть Байкальской рифтовой зоны. Длина этого озера составляет 635 км, ширина варьирует от 25 до 80 км, а максимальная глубина - 1642 м. Мощность осадочных пород во впадинах оз. Байкал достигает 8-10 км. Скорость осадконакопления оценивается в среднем - 4 см/1000 лет.

Следует отметить, что при сейсмондировании в период 1997-2007 гг. было выявлено широкое распространение на дне Центральной и Южной котловин озера залежей газовых гидратов (ГГ) в донных отложениях озера (рис. 2). При этом, были выявлены разрывы границ зоны стабильности гидратов (ЗСГ): грязевые вулканы Маленький, Большой, Старый и т.д., которые могут привести к нарушению залежей ГГ и высвобождению метана.

Районы интенсивной разгрузки газа свидетельствуют о наличии больших запасов газа и, по мнению многих исследователей, определяют формирование пропарин в ледовом покрове озера (рис. 3), например, в районе Усть-селенгинской депрессии.

В связи с тем, что газовые гидраты крайне чувствительны к изменениям параметров внешней среды (Р+Т), то требуется оценить их предполагаемое влияние на окружающую среду и возможные чрезвычайные ситуации при быстротекущем (практически - мгновенном) разложении большого массива спрессованных гидратосодержащих пород в разжиженную массу и к высвобождению огромного количества газа (метана) - в 1 см<sup>3</sup> гидратов содержится 16 м<sup>3</sup> СН<sub>4</sub> [2, 3]. Выделение такого значительного объема метана (при условии общей толщи газогидратов на Байкале, равной 200-220 м) может ускорить процессы глобального потепления, что в свою очередь вызовет циклическую реакцию дальнейшего разложения ГГ (не только на Байкале, но и в других акваториях).

В связи с активизацией сейсмоактивности байкальского региона (наблюдаемой в последнее время) есть основания предполагать возможное влияние подобных процессов на разрушение залежей аквальных гидратов оз. Байкал. Для оценки возможных самопроизвольных выбросов больших количеств метана необходимо организовать мониторинг и картографирование газовыделений на оз. Байкал (особенно в районе аванделты р. Селенги и в заливе Провал, где наблюдается максимальный дебит газовыделений).

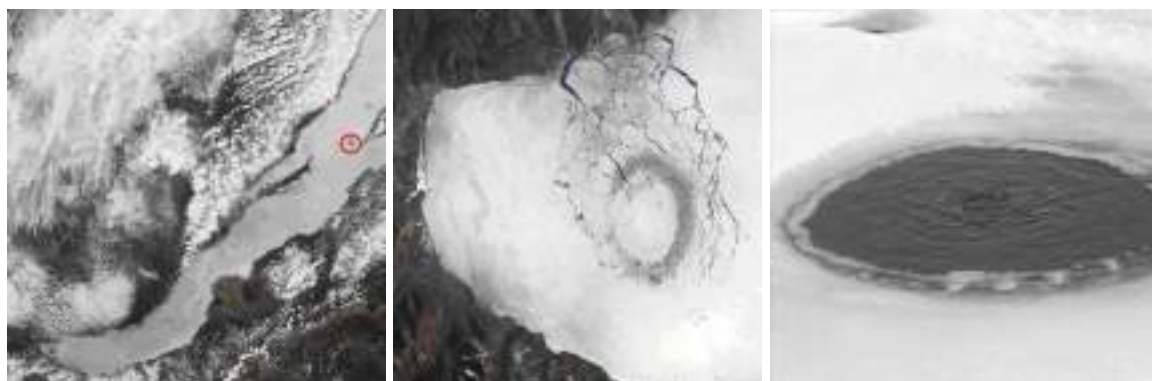


Рис. 3. Выходы газа со дна оз. Байкал

Нами была разработана классификация аквальных залежей ГГ по степени их опасности для окружающей среды (табл. 1). Даже довольно небольшое изменение температуры или давления может привести к превращению прочно сцементированных гидратосодержащих пород в разжиженную массу и к освобождению огромного количества газа, делающего этот процесс необратимым (теплота разложения гидрата метана на газ и жидкую воду составляет 54,2 kJ/mol).

Стабильность аквальных газогидратных залежей сохраняется только при четко определенных условиях: глубины залегания под дном воды; низких пластовых температур воды; плотности и состава природного газа; различных гидратообразующих компонентов; пористости отложений или коэффициента гидратонасыщения (т.е. степени заполнения гидратами порового пространства); коэффициента расширения при разложении гидратов метана и площади залежей.

Различное природное или техногенное изменение термобарических условий в придонной зоне с газовыми гидратами нарушает исходное равновесие в ЗСГ, в результате чего происходит их деформация и разрушение.

Инициаторы этих процессов могут быть самые разнообразные: быстрое накопление осадочной толщи; тектоническое поднятие или локальное растяжение земной коры; миграция флюидов (это жидкие и газообразные компоненты магмы и/или насыщенные газами растворы, циркулирующие в земных глубинах); оползни в акватории [4].

Нарушение стабильности залежей газовых гидратов по причине природного и техногенного характера может привести к их мгновенному (катастрофическому) разрушению. Причинами возможных катастрофических разрушений ГГЗ может послужить землетрясения, резкое потепление воды в акватории, изменение состава прилегающих вод (за счет поступления более теплых течений), а также неэффективной разработки, повлекшей их разрушения и т.д.

Наиболее катастрофичное землетрясение (Цаганское землетрясение) произошло в 1862 г. Его магнитуда составляла 7,5, а интенсивность сотрясений в эпицентре - 10 баллов, что привело к подтоплению территории (Цаганской степи) площадью 230 км<sup>2</sup>,

в дальнейшем на этом месте образовался новый залив - Провал. Из летописи «Каталог землетрясений Российской Империи» (И. Мушкетов и А. Орлов, 1893 г.): в это время наблюдается фактор присутствия извержения горячего газа «...вода, потопившая Цаган в первый день была теплее летней, ... и скот, бродивший в ней, не замерзал в течение 1,5 суток; точно так же и буряты, лавившие в воду ... за своими ... пожитками, не чувствовали в первое время никакого холода» (с. 366) при том, что землетрясение произошло в середине января где среднемесячная температура воздуха составляет в этом регионе -33 °С.

В настоящее время в пределах Байкальской рифтовой зоны отмечаются более 3 тыс. сейсмических толчков в год магнитудой от 1,7 и выше.

За последние 200-300 лет в пределах БРЗ отмечено около 30-40 сильных землетрясений с  $M \geq 6,0$ , а с учетом палеоземлетрясений, полученные на основе изучения палеосейсмодислокаций, почти в 2 раза больше.

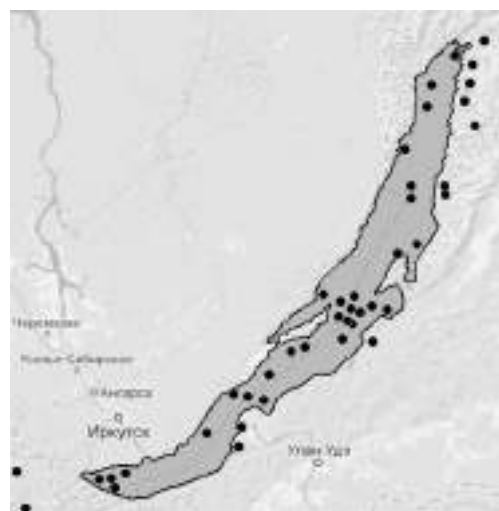


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений ( $M=3,5-6,5$ ) на оз. Байкал и прибрежной акватории за период 2002-2012 гг.

Классификация газогидратных залежей оз. Байкал по степени опасности

Код ЗС	Катастрофы, связанные с выбросом СН <sub>4</sub> из ГГ	По масштабу распространения	Характер геологического строения ЗС	Характеристики показателей свойств газогидратов	Типы газогидратных структур	Примеры возможных катастрофических последствий ГГЗ
Дельтовое	Образование дельты	Локальные	Низинные, солончаки, состав и свойства глинистой формы	Глубина залегания под дном воды	Массивные	Землетрясения
	Образование подводных осыпей			Низкие пластичные геопараграфа		
Тектоническое	Нарушение устойчивости дна акватории	Местные	Высокие, солончаки, состав и свойства атмосферы	Плотность и состав терригенного газа	Коренные	Повышение уровня моря
				Устойчивость гидратообразующих элементов		
				Пористость отложений для коэффициента гидратообразования (степень замещения гидратом порового пространства)		
Сонно-песчаные отложения в гидратифицирующей атмосфере	Гипотетические	Воздействие на прибрежные территории	Коэффициент расширения при размещении гидратов	Лавосециды	Повышение уровня гидратации	Повышение уровня гидратации

этом происходит ускоренное выделение газов. В основном уровень залегающей подошвы сейсмоактивного слоя составляет 30 км. В связи с тем, что верхняя часть разреза в пределах котловины представлена осадочными отложениями, она является малопрочной средой, которая не способна выдерживать напряжения достаточные для возникновения сильных землетрясений. Для предотвращения опасного воздействия процессов миграции углеводородов на экосистему оз. Байкал необходимо проводить соответствующие исследования и

мониторинг возможных опасностей. Необходимо также исследовать степень гидрофлюидной устойчивости газогидратного слоя на дне Байкала в условиях исключительно высокой динамики проявления современных геологических процессов.

Постоянное изучение процессов газовыделения на Байкале необходимо, т.к. также в условиях активизации тектонических движений возможен самопроизвольный выброс больших количеств метана, что может повлиять на экосистему озера и значительно сказаться на прибрежной зоне [5].

С процессами разрушения газогидратного слоя связывают развитие таких опасных процессов, как подводные оползни и обвалы. Инициаторы этих процессов могут быть самые разнообразные: вулканическая деятельность, понижение уровня мирового океана, повышение температуры у основания зоны стабильности за счет продолжающегося процесса седиментации и, наконец, антропогенный фактор - т.е. любые процессы, ведущие к снижению давления, либо повышению температуры (рис. 5). При анализе измерения температуры воздуха в котловине Байкала за последние 100 лет выявлено, что температура воздуха увеличилась в среднем на 1,2 °С, что по показателям в среднем по Земному шару в 2 раза быстрее. Данный фактор дает опасение предполагать изменение термобарических условий в придонной зоне ГГ, которые могут нарушить равновесия ЗСГ. Разрушение газогидратов при погружении осадочной толщи ниже нижней границы их стабильности приводит к возникновению значительных скоплений свободного газа (рис. 6).

Краткотечное разложение аквальной залежи газогидратов представляет значительную опасность, прежде всего, для людей, населенных пунктов и предприятий, расположенных в прибрежной зоне Байкала



Рис. 5. Воздействие гидратов на окружающую среду и производственные процессы (по данным ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга)

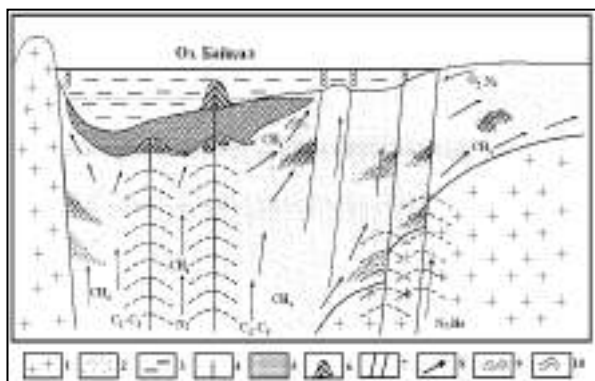


Рис. 6. Принципиальная схема формирования газовых потоков, пропарин и грязевых вулканов на оз. Байкал (по Исаеву В.П., 2001 г.): 1 - магматические и метаморфические породы, 2 - осадочная толща; 3 - водная толща Байкала; 4 - пропарины; 5 - газогидратный слой; 6 - грязевой вулкан; 7 - разломы; 8 - направления газовых потоков; 9 - скопления горючих газов; 10 - тепловые потоки

ла, прежде всего за счет образования и последующего воздействия мощных волн (получивших название «сейш»).

Так, кинетическая энергия подобных волн высотой 1 м, протяженностью 1 км побережья с периодом 10 сек. развивает мощность более  $26,1 \cdot 10^6$  J/s или около  $14,2 \cdot 10^3$  J/s на 1 м берега (в зависимости от района и рельефа прибрежного дна). При сейшах происходит колебание всей массы воды, при котором возникает одна или несколько узлов сейши. При условии, что если узлы сейши ударяются в береговые расщелины, то вода может подняться на 100-200 м по побережью, при этом захватывается и сжимается до большого давления находящийся в устье объем воздуха и возникает эффект, схожий с пневмовыстрелом (давление может достигать до 65-85 т/м<sup>2</sup>).

Промышленное извлечение газов из акватории уменьшит его избыточное количество и снизит пластовое давление, что приведет к уменьшению или полному прекращению естественных газопроявлений, которые наблюдаются в настоящее время.

Кроме этого, существенный экономический эффект связан с переводом энергетической отрасли байкальского региона на газ.

#### Список литературы:

1. Осипов В.И. Природные опасности и стратегические риски в мире и в России // Экология и жизнь. №11-12 (96-97), 2009. – С. 6-15.
2. Воробьев А.Е., Малюков В.П., Рыгзынов Ч.Ц. Экспериментальное исследование образования газовых гидратов // Вестник РУДН. Серия Инженерные исследования. №2, 2012. – С. 85-93.
3. Воробьев А.Е., Малюков В.П., Рыгзынов Ч.Ц., Молдабаева Г.Ж. Экспериментальное исследование влияния газов на образование газогидратов // Нефтегазовые технологии. №11, 2011. – С. 32-36.
4. Воробьев А.Е., Малюков В.П., Рыгзынов Ч.Ц. Осложнения при гидратопроявлениях в акваториях Баренцева моря и озера Байкал. Монография. М.: Изд-во РУДН, 2010. – 189 с.
5. Воробьев А.Е., Малюков В.П., Молдабаева Г.Ж., Рыгзынов Ч.Ц. Экспериментальное обоснование влияния состава газов на образование аквальных газогидратов // Известия НАН республики Казахстан. Серия Геологии и технических наук. Алматы (Казахстан). №5 (433), 2011. – С. 67-72.

УДК 371.2

© Нуруллаев Ж., Джураева Д.Д., Хакимова С.С., Рахматов С.С. 2013 г.

## АБДУЛЛА АВЛОНИЙНИНГ «ТУРКИЙ ГУЛИСТОН ЁХУД АХЛОҚ» АСАРИДА АХЛОҚИЙ ТАРБИЯ ҲАҚИДА

Нуруллаев Ж., Навоий давлат кончиликл институти «Ижтимоий-гуманитар фанлар» кафедраси доценти, тарих фанлари номзоди; Джураева Д.Д., Навоий давлат кончиликл институти «Ижтимоий-гуманитар фанлар» кафедраси катта ўқитувчиси; Хакимова С.С., Навоий давлат кончиликл институти хузуридаги 2-сон академик лицей ўқитувчиси; Рахматов С.С., 10-12 АУ гуруҳ талабаси

*В статье «Абдулла Авлонийнинг «Туркий гулистон ёхуд ахлоқ» асарида ахлоқий тарбия ҳақида» анализируются взгляды просветителя Абдуллы Авлоний и ряда мыслителей Центральной Азии о процессе воспитания молодежи. Основываясь на Законе Республики Узбекистан «Об образовании» и Национальной Программы по подготовке кадров, раскрывается связь технического прогресса и гармонично развитого поколения.*

**Ключевые слова:** просветитель, мыслитель, подготовка кадров, технический прогресс.

**Tayanch iboralar:** marifatparvar, mutafakkir, O rta Osiyo, texnik progress, avlodning uyun rivojlanishi.

*Based on the Education Act of the Republic of Uzbekistan and the National Program for Staff Training relations between the technological progress and harmonically developed generation are demonstrated.*

*Key words: educator, thinker, Central Asia, technical progress, harmonious development of generation.*

Она Ватанимиз Ўзбекистон Республикаси ўз мустақил тараққиёт йўлининг шонли 22 йиллигини «Қадр қимматим, таянч ва ифтихоримсан мустақил Ўзбекистон» шиори остида энг улуғ ва энг азиз байрам сифатида катта тантана билан нишонланди. Бу давр мамлакатимиз тарихида зарҳал ҳарфлар билан битилган ҳақиқий маънодаги буюк бир давр бўлди [1-4].

Мана йигирма икки йилдирки халқимиз буюк тараққиёт йўлидан оғишмай илдамлаб бормокда. Айниқса ёшларга таълим – тарбия бериш, илми, малакали, касбли қилиб тарбиялаш, ёшларнинг маънавиятини юксалтириш, сиёсий онги ва ҳуқуқий маданиятини ошириш борасида ўтган давр мобайнида ибратли ишлар амалга оширилди.

1992 йилда «Таълим тўғрисида» ги мустақил Ўзбекистонимизда дастлабки қонуннинг қабул қилинганлиги, 1997 йилда «Таълим тўғрисида» ги қонун ва Кадрлар тайёрлаш Миллий дастурининг қабул қилиниб, ҳаётга татбиқ қилинганлиги юқоридаги фикримизга мисол бўла олади.

Айниқса Ўзбекистон Республикаси Президенти Ислоҳ Каримов, ақлан етук, жисмонан чиниққан, маънан камол топган, ҳаётимиз давомчиси бўлган ёшларни тарбиялаш масалаларига алоҳида эътибор қаратиб келмокда.

Мамлакатимиз раҳбарининг «Ўзбекистон миллий истиқлол, иқтисод, сиёсат мафкура», «Ўзбекистон XXI аср бўсағасида: хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари ва тараққиёт кафолатлари», «Жамиятимиз мафкуриси халқни-халқ, миллатни-миллат қилишга хизмат этсин», «Баркамол авлод Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори», «Озод ва обод Ватан, эркин ва фаровон ҳаёт - пировард мақсадимиз», «Миллий истиқлол мафкуриси - халқ эътиқоди ва буюк келажакка ишончдир», «Юксак маънавият- энгилмас куч», «Ўзбекистон мустақилликка эришиш остонасида», «Ўзбек халқига тинчлик ва омонлик керак» каби қатор асарлари, рисолалари, маърузаларида ўз қимматли фикр мулоҳазалар билдирилади.

«Маълумки, ота- боболаримиз қадимдан бебаҳо бойлик бўлмиш илму- маърифат, таълим ва тарбияни инсон камолоти ва миллат равнақининг энг асосий шarti ва гарови деб билган.

Албатта таълим тарбия онг маҳсули, лекин айна пайтда онг даражаси ва унинг ривожини ҳам маънавият шакллантирадиган ва бойитадиган энг муҳим омилдир.

Таълимни тарбиядан, тарбияни эса таълимдан ажратиб бўлмайди - бу шарқона қараш, шарқона ҳаёт фалсафаси» (Каримов И.А. «Юксак маънавият энгилмас куч» Т. «Маънавият» 2008 й. 60-62 бетлар).

Шунинг учун ҳам буюк аждодларимиз илм - фаннинг қайси соҳаси билан шуғулланмасинлар таълим тарбия масалаларига алоҳида эътибор берганлар. Жумладан, Фаробийнинг «Фозил одамлар шаҳри», Ибн Синонинг «Қуш рисоласи», Абу Райҳон Берунийнинг «Қадимги халқлардан қолган ёдгорликлар», Юсуф Хос Ҳожибнинг «Қутадғу билиг», Кайковуснинг «Қобуснома», Аҳмад Югнакийнинг «Ҳибат ул ҳақойиқ», Саъдийнинг «Гулистон», Алишер Навоийнинг «Маҳбуб ул қулуб», «Ҳайрат ул аброр» каби асарлар инсон шахсини ахлоқий тарбиясини таҳлил этишга бағишланган.

Мохият эътибори билан Абдулла Авлонийнинг «Туркий гулистон ёхуд ахлоқ» асари ҳам шу гуруҳга қиради.

Мамлакатимиз раҳбари таълим-тарбия ҳақида фикр юритар экан, Абдулла Авлонийнинг «Тарбия биз учун ё ҳаёт, ё мамот, ё нажот, ё ҳалокат, ё саодат, ё фалокат масаласидир» деган маъноли сўзларни эслайман» (Каримов И.А. «Юксак маънавият энгилмас куч « Т. «Маънавият» 2008 й. 60-62 бетлар).

Маърифат орқали жамиятни ўзгартиришга жазм қилган буюк жаҳид бобомизнинг ушбу даъваткор сўзлари бундан 100 йил муқаддам айтилган бўлсада, илм- фан ва янги технологиялар юксак таррақий этган, кишилар дунёқараши, тушунча ва тасаввурлари кенгайган, таълим тарбия тизими янги босқичга кўтарилган бугунги даврда ҳам заррача қимматини йўқотган эмас. Чунки жамият технологик жиҳатдан қанчалик тараққий этмасин, ҳар бир тарихий давр инсон маънавий маърифий камолоти, ёшлар тарбияси борасида янгидан янги, мураккаб масалаларни кўндаланг қўяверади. Инсоният пайдо бўлибтики, бу муаммо барча даврларда олим-фузало, файласуф ва сиёсатшунос, тарбиячи ва мураббийлар диққат марказида қолиб келмокда.

Абдулла Авлоний ўзининг «Туркий гулистон ёхуд ахлоқ» асари ёзилиши ҳақида қуйидаги фикрларни билдиради. Асарда Саъдийнинг «Гулистон» идан андоза олганини билдириб ўтган: «Туркистон мактабларида ўз шеваимизда ёзилмиш мукамал «Ахлоқ» китобининг йўқлиги, афроди миллатнинг шундай бир асарга ташна ва муҳтож эканлиги, ўзум муаллимлар жумласидан, манга ҳам очик маълум ўлди. Шунинг учун кўп вақтлар тажриба сўнгидан адиби муҳтарам Шайх Саъдий усулинда ёзмакни, гарчи оғир иш бўлса ҳам, ўзимга муқаддас бир вазифа адо қилороқ ва бу камчиликни ародин кўтармакни муносиб кўрдим».

Муаллиф хуш тарбия нимадан бошламоқ керак? деган савол кўяди ва ахлоқни такомиллаштиришдан! деган жавобни бериб ахлоққа шундай баҳо беради:

АХЛОҚ: инсонларни яхшиликка чақиргувчи, ёмонликдан қайтаргувчи бир илмдур. Яхши хулқларнинг яхшилигини, ёмон хулқларнинг ёмонлигини далил ва мисоллар ила баён қиладурган китобни ахлоқ дейилур (Абдулла Авлоний «Туркий гулистон ахлоқ» Т. 1917, 1-2 бетлар).

«Ахлоқ» аслида, «хулқ» сўзининг кўплиги. Хулқ эса ҳар кимда ҳар хил бўлади. Аммо бир умумийлик бор: ҳар қандай хулқда фазилатлар ҳам мавжуд, иллатлар ҳам. Бошқача айтганда, ҳар бир кишида эзгулик ҳам учрайди, қайсидир даражада разиллик ҳам. Шунинг учун ахлоқ тарбия орқали такомиллашади, гўзаллашади. Тарбиянинг мақсади эса имкон қада иллатлар, разилликлардан халос бўлиб, фазилатлар ва эзгуликларни янада такомиллаштири бориши лозим.

Буюк маърифатпарвар тарбия борасида жисм ва рух уйғунлиги ғоясини илгари суради. У бу иккисини бир чопоннинг авра (усти) ва астари (ичи)га ўхшатади.

«Жисм ила рух иккиси бир чопоннинг ўнг ила терси кабудур. Агар жисм тозалик ила зийнатланмаса, ёмон хулқлардан сақланмаса, чопоннинг устини кўйиб астарини ювиб овора бўлмоқ кабудурки, ҳар вақт устидаги кири ичига урадур. Фикр тарбияси учун маҳкам ва соғлом бир вужуд керакдур. Шунинг учун ота- оналар болалари касал бўлган замон бепарволик қилмай, тезлик ила табиб ёки дўхтирга бокизмак керак» (Ўша китоб, 8-бет).

Улуғ маърифатпарвар тарбияни кимлар томонидан олиб борилишини ҳақида фикр юритар экан шундай дейди: «Тарбияни кимлар қилур? Қайда қилинур? деган савол келадур. Бу саволга, биринчи уй тарбияси. Бу она вазифасидур. Иккинчи, мактаб ва мадраса тарбияси. Бу ота, муаллим, мударрис ва ҳужумат вазифасидур», -деб жавоб берсак, бир киши деюрки, «қайси оналарни айтурсиз, билимсиз, боши пакмоқ, кўли тўкмоқ оналарми? Ўзларида йўқ тарбияни қайдан олиб берурлар». Мана, бу сўз кишининг юрагини эзар, бағрини ёндиради. Отасига нима дерсиз, десак, қайси ота? Тўйчи, улоқчи, базмчи, дўмбирачи, карнайчи, сурнайчи, илм кадрини билмаган, илм учун бир пулни кўзлари киймаган, замондан хабарсиз оталарни айтурсизми? Аввал ўзларини ўқитмак, тарбия қилмак лозимдур», -дер. Мана бу сўз мисоли ҳайрат дарёсига ғарқ қилур.

Мударрисларга на дерсиз десак, қайси мударрис? Матлаблари ош, мақсадлари чопон, дарслари беимтихон, ислоҳ яқинида юрмаган мударрисларни айтурсизми? Улар ўз вазифаларини билуб, нафсларидан кечуб, замонга мувофик равишда дарсларини ислоҳ қилуб, имтихон бирла ўқитмаклари лозимдур,-дер» (Абдулла Авлоний «Туркий гулистон ёхуд ахлоқ» Тошкент 1917, 6-7-бетлар).

Шундан сўнг фикр тарбияси ўртага тушади. «Ақл инсонларнинг пири комили, муршиди яғонасидур» -деб ҳисоблайди муаллиф. Ақл илм ва тажриба

асосида такомиллашади. У қанча кўпайса, қимматбаҳо бўла боради.

Фикр тарбияси энг керакли, кўп замонлардан бери тақдир қилинуб келган, муаллимларнинг диққатларига суялган, виждонларига юкланган муқаддас бир вазифадур. Фикр инсоннинг шарофатлик, ғайратли бўлишига сабаб бўладур. Бу тарбия муаллимларнинг ёрдамига сўнг даража муҳтождурки, фикрнинг қуввати, зийнати, кенглиги муаллимнинг тарбиясига боғлиқдур. (Ўша китоб 9-10 бетлар)

Ватан. Ҳар бир кишининг туғулуб ўскан шаҳар мамлакатини шу кишининг ватани дейилур. Ҳар ким туғулган, ўсган ерини жонидан ортиқ суяр. Ҳатто бу ватан ҳисси-туғуси ҳайвонларда ҳам бор. Агар бир ҳайвон ўз ватанидан –уюридан айрилса, ўз еридаги каби роҳат-роҳат яшамас, маишати талх бўлуб, ҳар вақт дилининг бир гўшасида ўз ватанининг муҳаббати турар.

Биз туркистонлилар ўз ватанимизни жонимиздан ортиқ суйдигимиз каби, араблар арабистонларини, энг совуқ қор ва музлик ерларини бошқа ерлардан зиёда суярлар. Агар суймасалар эди, хавоси яхши, тириклик осон ерларга ўз ватанларини ташлаб хижрат қилурлар эди.

Боболаримиз «Киши юртида султон бўлгунча, ўз юртингда чўпон бўл», -демишлар.

Мен айблик эмас, эй ватаним, тоғларим,

Бевақт ташлаб кетдим, оё боғларим.

Ҳижрон қилодур мени жудолиғ,

Дўнди ғама рўз –у шаб-у чоғларим.

(Абдулла Авлоний «Туркий гулистон ёхуд ахлоқ» Тошкент 1917 30-31 бетлар).

Улуғ маърифатпарваримиз Абдулла Авлонийнинг бу фикрлари бугунги кун учун ҳам ўз аҳамиятини йўқотгани йўқ.

Ёшларда ватанпарварликнинг шаклланиши - уларнинг миллий ва умуминсоний қадриятлар муштараклигини англаб етиши билан боғлиқ. Ватанпарварликни шакллантиришда халқ миллий тараққиёти, тарихи, маданияти, санъат ва адабиёти, турмуш тарзи, ахлоқи, эътиқоди, ижтимоий руҳияти билан боғлиқ бўлган урф-одатлар, маросимлар, анъаналар алоҳида эътиборга молик қадриятлар саналади. Шунингдек, ёшларда ватанпарварликни шакллантиришга кучли таъсир этадиган қадриятлар жумласига - она тили ва адабиёт, миллий, диний байрамлар, ҳар хил миллий маросимлар, оилапарварлик, болажонлик, ота-она, кўни-кўшни, қариндош –уруғ, маҳалла –кўй, кексаларга ҳурмат, меҳр-мурувват, раҳм-шафқат, ҳалоллик, поклик, иймон-эътиқод, ватанимизнинг гўзал табиатидан илҳомланиш, уни асраш маданиятига эга бўлиш каби фазилатлар қиради.

Бугунги кунда, фан-техниканинг жадал тараққиёти шароитида ҳар бир давлат ўз истиқбол режаларини белгилар экан, келажакда ушбу режаларни амалга оширувчи қобилиятларни

ривожлантиришга, интеллектуал салоҳиятини юксалтиришга, маънавий бойитишга алоҳида эътибор бериш давр талабидир. Шу сабабли мамлакатимизда баркамол авлодни вояга етказишда ҳамда уларнинг ҳақ-хуқуқларини муҳофаза қилишда кенг кўламли ишлар амалга оширилмоқда. Хусусан, 2013 йилги давлат бюджетининг 60 фоизи ижтимоий соҳаларга йўналтирилгани ҳам келажакимиз ворисларига ғамхўрликнинг ёрқин ифодасидир. Зеро, ёшлар бугунги ниятларимизни рўёбга чиқарадиган, мамлакатимиз тараққиётини таъминлайдиган, ҳар бир соҳада ўз истеъдодини тўла-тўқис намоён этадиган авлод сифатида шаклланиш зарур.

Юртбошимиз «Юқори малакали, замонавий билимларга эга бўлган, ҳозирги замон талаблари асосида тарбияланган ёшлар иқтисодий муаммоларимизни ҳал этишнинг калити ҳисобланади» деган эди (Каримов И. А. Хавфсизлик ва тинчлик учун курашмоқ керак. Асарлар. 10-жилд. Ўзбекистон. 2002, 278 бет).

Жамиятда лаёқатли, ишбилармон етук кадрларга ҳамиша зарурат туғилган. Жамиятнинг ривожланиши тарихи унинг талабларини қондириш ва мавжуд муаммоларни ҳал этиш муносиб кадрларга эҳтиёж сезиб келганидан гувоҳлик беради. Бу жамиятнинг кадрлар сиёсати негизида маънавият ва маърифат, шахсни мунтазам камол топиш борасида узлуксиз иш олиб бориш талаб этилади. Комил инсон деганда биз, аввало юксак, мустақил фикрлай оладиган, хулқ-атвори билан ўзгаларга ибрат бўладиган маърифатли кишиларни тушунамиз.

Баркамол авлод тарбияси тушунчаси фалсафий, сиёсий маъно ва мазмунга эга бўлиб, ижтимоий сиёсатнинг асосий элементлари, аввало, сиёсий, ижтимоий институтлараро муносабатлар жараёнлардаги туб ислохотларни ўз ичига олади.

Баркамол авлод ва янги авлод кадрлари уйғун тушунча бўлиб, бунда: 1) янги инсон мустақил, янгича тафаккур ва онг соҳиби ҳисобланади. 2) яқка ҳукмрон мафкура таъсирдан халос бўлган, 3) миллий ва умуминсоний кадриятлар руҳида тарбияланиб ҳозирги замон илм-фани ютуқлари асосидаги янги миллий таълим стандартлари асосида билим олган, тайёрланган, қатъий тайёрланган ёки малакасини оширган;

Баркамол янги авлод демократик тамойилларни кадрлайдиган, юксак салоҳиятга эга, замонавий илм-фан ва технология ютуқлари билан қуроолланган мамлакатнинг ижтимоий-иқтисодий салоҳиятини оширишга амалий ҳисса қўшиш масъулиятни чуқур англаб етган янги катламдир.

Баркамол авлод кадрларни тайёрлаш давлат сиёсатининг демократик моҳиятида яққол намоён бўлади. У амалга оширилаётган демократик ижтимоий, сиёсий ислохотлардан кўзланган мақсадлар билан узвий боғлиқ бўлиб, демократик жамият куриш йўлини танлаган Ўзбекистон учун янги сиёсий воқеилик ҳамдир.

Баркамол авлод тарбиясида икки тушунча бири билан доимо уйғун ишлатилади.

1. Таълим тушунчаси шахснинг маърифий ва тарбиявий даражасини орттириш орқали унинг ривожланишини таъминлаш мақсадидида ўргатувчи билан ўрганувчилар ўзаро биргаликда амалга оширадиган дидактик фаолият. Шахснинг ақлий тараққиётини таъминлаш мақсадида кўриладиган дидактик чора-тадбирлар тизимидир.

2. Тарбия тушунчаси, янги авлод кишиларига катта авлоднинг ижтимоий тарихий тажрибасини бериш орқали ривожланишини таъминловчи ижтимоий функция; ижтимоий институтлар таъсири остида инсон субъектив-шахсий ва маънавий дунёсини шакллантириш, қарор топтириш, бойитиш ва такомиллаштиришнинг аниқ мақсадга йўналтирилган, тизимлаштирилган ва онгли жараёни. Тарбия-таълим билан ўзаро жипс боғланган ижтимоийлаштиришнинг асосий бўғини, таълим тизимининг таркибий қисми ҳисобланади.

Ота –боболаримиз қадимдан бебаҳо бойлик бўлмиш илму-маърифат, таълим ва тарбияни инсон камолоти ва миллат равнақининг энг асосий шарти ва гарови деб билган.

Ана шу фикрга таянган ҳолда, мустақилликнинг дастлабки йиллариданоқ таълим - тарбия масаласи давлатимиз сиёсатининг устувор йўналиши сифатида қаралиб, бутун мамлакат микёсида таълим ва тарбия, илм-фан, касб-хунарга ўргатиш тизимининг самарадорлик даражаси, ютуқ ва камчиликлари таҳлил этилди. Замонавий тараққиёт талабларига тўлиқ жавоб берувчи таълим тизимини такомиллаштириш мақсадида «Таълим тўғрисида» ги Қонун ва Кадрлар тайёрлаш миллий дастури қабул қилинди.

«Таълим тўғрисида»ги Қонун ва Кадрлар тайёрлаш миллий дастурининг моҳияти баркамол авлодни тарбиялашга қаратилган бўлиб, унда куйидаги вазифалар белгилаб қўйилган. Хусусан ёш авлодни маънавий-ахлоқий тарбия асосида етук қилиб тарбиялаш, талабаларнинг маънавиятини миллий ғоя асосида тарбиялаш ва шакллантиришда оммавий ахборот воситалари микониятларидан кенг ва самарали фойдаланиш, ёшларда Ватанга ва халққа муҳаббат, юрт фаровонлиги учун курашишиш, инсонпарварлик, ўзликни англаш, миллий ғурур, миллий ифтихор, ўзга миллат кишилари ва уларнинг кадриятларини ҳурмат қилиш каби фазилатларни тарбиялаш, ёшларда виждон эркинлиги, билимдонлик, ахлоқлилик, жисмоний етуқлик, мустақил фикрни камол топтириш каби таълим тарбия масалалари устувор вазифа сифатида амалга оширилмоқда.

Навоий давлат қончилик институтининг «Маънавият ва маърифат» бўлими, «Ижтимоий-гуманитар фанлар» кафедраси томонидан маънавий ахлоқий тарбия борасида муҳим ишлар амалга ошириб борилмоқда. Жумладан, Ўзбекистон

Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг «Олий таълим муассаларининг одоб – ахлоқ қоидалари» билан I босқич талабалари ҳар бир факультет бўйича таништирилади, Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг «26 июнь- Халқаро гиёҳвандликка қарши кураш куни» га, «Обод турмуш йили» Давлат дастурига бағишланган тадбирлар режаси ишлаб чиқилиб, амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Юксак маънавият енгилмас куч» асарининг мазмун –моҳияти юзасидан талабалар ўртасида давра суҳбатлари ўтказилмоқда. Шунингдек институтда наркотик моддаларни ноқониний айланишига ҳамда талабалар орасида гиёҳвандликни олдини олишга қаратилган қатор маърифий ишлар олиб борилмоқда. Абдулла Авлоний қолдирган бой мерос бевосита халқимизнинг маънавий мулки ҳисобланади.

Бу маърифатпарвар аждодимизнинг ўша мураккаб мустамлакачилик даврида шу даражада миллатпарвар бўлиб, фидойилик билан ижод қилгани, амалий фаолияти орқали халқ маърифатини кўтаришга муносиб ҳисса қўшганини янада чуқурроқ ўрганишимизга, у кишининг асарларидан тўлалигича баҳраманд бўлишимизга фақат истиқлол шарофати имкон берди.

Бу тарихни билишимиз, бундай фидойи зотлар ҳаёти ва фаолиятдан ҳамда ижоди намуналаридан баҳраманд бўлишимиз бугунги маънавий тараққиётимиз ўз-ўзидан юзага келмагани, бунга улуг аждодларимиз муносиб улушларини қўшгани, Авлоний каби ватанпарвар кишилар, ҳатто бутун ҳаётини бахшида этганини бугунги ва келажак авлод билиши, кадрлаши, улардан ибрат олишларига даъват этади.

#### Фойдаланилган адабиётлар:

1. Каримов И.А. "Юксак маънавият енгилмас куч" Т. "Маънавият" 2008 й. 60 - 62 бетлар).
2. Каримов И. А. Хавфсизлик ва тинчлик учун курашмоқ керак. Асарлар, 10-жилд. Ўзбекистон. 2002 й, 278 бет).
3. Каримов И.А. "Юксак маънавият енгилмас куч" Т. "Маънавият" 2008 й 60-62 бетлар).
4. Абдулла Авлоний "Туркий гулистон ахлоқ" Т. 1917 й, 12 бет).

УДК371.2

© Қаршиев Р.М., Қурбонов Х.Р. 2013 г.

## ОЗОД ЮРТДА - ОБОД ТУРМУШ (ПРЕЗИДЕНТ НУТҚИНИ ТИНГЛАБ...)

Қаршиев Р.М., НДПИ тарих факультети декани, тарих фанлари номзоди, доцент; Қурбонов Х.Р., НДПИ «Ўзбекистон тарихи» кафедраси мудири, тарих фанлари номзоди

*В данной статье дан анализ высказанных Президентом Республики Узбекистан И. Каримовым мыслей и целей в выступлении в связи с 20-й годовщиной принятия Конституции. Так же изложены достигнутые за годы независимости успехи, процветание республики и благосостояние народа, отдельное внимание уделено вопросу о молодёжи.*

*Ключевые слова: Конституция, право, законодательство, экономика, гражданское общество, закон «Об образовании», Национальная программа подготовки кадров, глобализация.*

*Ideas and goals from the speech of the President of the Republic of Uzbekistan I. Karimov devoted to the 20th anniversary of the Constitution are analyzed in this article. Achievements of Uzbekistan within the years of independence and prosperity of people are presented as well. Special attention is paid to youth education.*

*Key words: Kostitution, right, legislation, economy, civil society, law "About Education", National Program of Training, globalization.*

Ўзбекистон ўз мустақиллигини қўлга киритганидан сўнг умрини ўтаб бўлган мустабид, маъмурий-буйруқбозлик, режали-тақсимот тизимидан воз кечиб, беш томойилга асосланган «ўзбек модели» деб ном олган ўз тараққиёт йўлини танлаб

олди. Истиқлолимизнинг 21 йиллиги, Конституция-мизнинг 20 йиллиги ўтган давр мобайнида ҳаётимиз сифати, мамлакатимиз қиёфаси тубдан ўзгариши, ҳар соҳада, ҳамма жабҳалардаги ютуқлар ва натижаларимиз, ижтимоий йўналти-

рилган бозор иқтисодиётига асосланган очик демократик давлат ва фуқаролик жамиятини барпо этиш йўлидаги дадил қадамлар, умуман олганда ҳам давлат, ҳам жамиятимиз тараққиётини сўз билан таъриф этиб бўлмайдиган юксалиш даражасига кўтарилганлигини гувоҳимиз.

«Юртдошларимиз, бутун жамиятимизнинг ҳаётидаги ана шундай ўзгариш ва янгиланишлар, ўз моҳият эътиборига кўра, бугунги кунда мамлакатимизнинг тараққиёт ва фаровонлик йўлидан дадил ривожланиб боришини таъминлаётган ҳал қилувчи кучга айланмоқда.», - деб таъкидлайди Президентимиз (Каримов И.А. Ўзбекистонда демократик ислохотларни янада чуқурлаштириш ва фуқаролик жамиятини ривожлантириш концепцияси).

Барчамизга маълумки ҳар йили Конституциямиз тантаналарида Президентимиз И. Каримов маъруза қилади.

Конституциямизнинг 19 йиллигида «Бизнинг йўлимиз – демократик ислохотларни чуқурлаштириш ва модернизация жараёнларини изчил давом эттириш йўлидир» мавзусида бўлган маърузада Конституциянинг ҳеч нарса билан ўлчаб, баҳолаб бўлмайдиган аҳамияти ва тарихий роли, уни миллий давлатчилик ва ижтимоий-сиёсий тизимни яратиш, демократик тамойиллар асосида сиёсий ва иқтисодий шакллантириш учун зарур бўлган ҳуқуқий пойдевор эканлигини таъкидлаган эди.

Конституциямизнинг 20 йиллиги муносабати билан «Инсон манфаати, ҳуқуқ ва эркинликларини таъминлаш, ҳаётимизнинг янада эркин ва обод бўлишига эришиш – бизнинг бош мақсадимиздир» мавзусида бўлган маърузада эса Конституцияни ватанимизнинг тараққиёт йилларида эришган барча ютуқлари ва марралари, улкан суръатлар билан ўсиш аввало Конституция-мизнинг ҳаётбахш қудрати ва салоҳиятини, унда мажассам бўлган принциплар, қоида ва нормаларнинг нақадар чуқур ўйлангани, ҳар томонлама мустаҳкам асос эканлиги алоҳида эътироф этилди.

Шунингдек, тантанали маросимда босиб ўтилган оғир ва қийинчиликларга тўла йўлга қарамасдан мамлакатимизда иқтисодиёт 3,5 баробар, ялпи ички маҳсулот 2,5 баробар ошганлиги, аҳолининг сўнгги уч йилдаги даромадлари 3 баробар кўпайганлиги «ўзбек модели» деб тан олинган ислохотнинг нашидаси эканлиги мамнуният билан таъкидланди.

Президентимиз ўз маърузасида қабул қилинган конституциявий қонунлар, демократик ислохотлар ва фуқаролик жамиятини ривожлантириш бўйича амалга оширилган чора-тадбирлар ҳақида атрофлича тўхталиб, юртимиз нималар ҳисобидан, қандай оғир ва машаққатли кунлар, синовлардан бошдан кечириб, бугунги ютуқ ва марраларга

эришиш, эртанги ёруғ, ҳеқ кимдан кам бўлмайдиган келажагимизга онгли равишда қадам кўйиш йўлида энг катта таянч ва суянч, ҳал қилувчи куч ёш авлод эканлигини алоҳида таъкидлади.

«Таълим тўғрисида» ги қонун ҳамда «Кадрлар тайёрлаш миллий дастури» асосида ташкил қилинган ўқув тизимининг бугунги кунда дунё эътиборига, эътирофига тушишининг замирида ҳам айнан янги ўзбек модели асосидаги ислохотлар ётганлиги барчага маълум.

Ҳар йили мамлакатимизда 600 мингдан зиёд ёшлар таълим масканларини битириб, ҳукуватимиз ва маъсул ташкилотлар раҳнамолигида иш билан таъминланаётганлиги, қолаверса улар янги шароит ва янги муҳитда камол топаётганлиги ҳам кишини қувонтиради, албатта.

Юртбошимиз дунё ҳамжамиятидаги воқеалар, глобаллашув шароитида бўлаётган ўзгаришлар ва дунёни ташвишга солаётган муаммолар, яъни минтақалардаги этник ва конфессиялараро тўқнашувлар, молиявий-иқтисодий инқироз, ядровий технологиялар ва оммавий қирғин қуролларининг тарқалиб кетиш хавфи, мурасасизлик, радикализм, экстремизмнинг янги ўчоқларининг пайдо бўлиши дунё ҳамжамиятини ташвишга солаётганлигини таъкидлаб, Афғонистонда фуқаролар урушининг янгитдан авж олиши, минтақада турли хавф-хатарлар пайдо бўлиши, бу жарёнларнинг минтақамиз хавфсизлиги, барқарорлиги ва изчил ривожланишига салбий таъсир кўрсатиши мумкинлигини яна бир бор эслатиб ўтди.

Ана шу муаммоларни олдини олиш ва ҳал этишда БМТ раҳнамолигида Афғонистондаги қўшни мамлакатлар, шунингдек АҚШ, НАТО ва Россия иштирокида гуруҳ тузиш ва фаолият олиб бориш энг муқобил вариант эканлиги таъкидланди.

Тантанали маросимда Президентимиз «Мустаҳкам оила йили» бўйича маълумот бериб, ҳаёт абадийлиги, ҳар қайси инсоннинг бахту саодати, келажаги, орзу-интилишларини мужассам этадиган оила институтини мустаҳкамлаш билан боғлиқ қонун ҳужжатларининг такомиллаштирилганлиги, ёш оилаларга эътибор ва ғамхўрлик натижасида 2012-2013 йилларда ҳар бири 48 та квартирага эга бўлган 100 та кўп қаватли уй қурилгани, 2012 йилда 2 минг 400 та квартира топширилганлиги, қолаверса ёш оилаларга 15 йил муддатга мўлжалланган 210 млрд. сўмга яқин имтиёзли кредитлар берилганлиги қувонарли ҳолдир.

Боқувчисини йўқотган, ёрдамга муҳтож оилаларга 8 минг 600 дан ортиқ қорамол, 1 млн. 900 мингта уй паррандаси тарқатилганлиги, кам таъминланган оилаларга мансуб ўқувчиларга қиймати 28 млрд сўмлик қишки кийим-кечаклар, минлаб болаларга давлат бюджети ҳисобидан 12

турдаги ўқув анжомлар тарқатилганлиги ҳам мамлакатимизда ижтимоий сиёсатнинг кучли ва изчил давом этаётганлигидан далолат беради.

Айниқса, ўқувчи қизларнинг жисмоний тарбия ва спортга кенг жалб этиш ва рағбатлантириш мақсадида 190 мингта спорт кийимлари тўплами совға тариқасида берилганлиги, 50 минг нафар бола бепул, 270 минг нафар бола эса имтиёзли асосда ёзги оромгоҳларда ҳам олдирилганлиги ҳукуматимизнинг болаларга, ёш авлодга бўлган муносабати, ёш авлоднинг қўллаб-қувватлашининг нишонасидир.

Мамлакатимизда жорий қилинган 3 босқичли спорт мусобақаларининг ташкил этилганлиги ёш авлоднинг ҳам маънан, ҳам жисмонан бақувват бўлишлари, ҳеч кимдан, ҳеч қачон кам бўлмаган, фидойи, баркамол инсонларни камол топтириш йўлидаги ислоҳотнинг самарасидир.

Ўтаётган 2012 йил якунлари ҳақида фикр билдириб, долзарб вазифалардан бири бўлган аҳоли бандлигини таъминлаш борасида амалга оширилган ишлар натижаси ўлароқ хотин-қизлар учун 204 мингдан зиёд янги иш ўринлари яратилганлиги, 107 мингдан ортиқ ёшлар иш билан таъминланганлиги, 52 минг нафар йигит-қиз ҳақ тўланадиган ишларга жалб этилганлиги, оилавий тадбиркорлик ва хусусий бизнесни ривожлантириш борасидаги ишлар ҳам жамиятимиз ижтимоий ҳаётида муҳим тадбирлардан бири бўлганлигидан далолат беради.

Бугунги кунда мамлакатимизда аёлларга, хотин-қизларга алоҳида эътибор қаратилган. Аёлларнинг меҳнатини энгиллаштириш, уларнинг ижтимоий-иқтисодий соҳаларда, болалар тарбиясидаги, ёшларни таълим ва тарбия олишларида оила институтининг ўрни ва ролини яна бир қарра эътироф этиш ўринли бўлар эди.

Тантанали маросимда Президентимиз қишлоқ жойларида ичимлик суви, соғлиқни сақлаш, замонавий спорт иншоотларини барпо этиш масалалари ҳақида тўхталиб, жорий йилда 168 та болалар спорти объектлари фойдаланишга топширилганлиги, бугунги кунда 6 ёшдан 15 ёшгача бўлган 1 млн. 600 мингдан зиёд болалар спорт билан мунтазам шуғулланиш имкониятига эга эканлигини ёшларнинг спорт соҳасида ҳалқаро майдонларда эришган ютуқлари ҳақида тўлқинланиб гапирди.

Мустақиллик йилларида босиб ўтган йўлимиз, қўлга киритган юксак марраларимизни таҳлил этиш асносида мамлакатимизни босқичма-босқич ривожлантириш бўйича танланган моделнинг нақадар тўғри эканлиги яна бир қарра ўз исботини топди.

Президентимиз И. А. Каримов 2013 йилга ном бериш ҳақида гапириб, ушбу йил негизда ҳар бир одам, ҳар бир оила, халқимиз ҳаёлидан ўрин олган вазифаларни амалга ошириш, тараққиётимизни

жадаллаштириш, ҳаётимизни янада фаровон қилиш каби мақсад-муддаолар туришини таъкидлаб, 2013 йилни «ОБОД ТУРМУШ ЙИЛИ» деб эълон қилди.

Ободлик ҳақида гапирганда, аввало қалб ободлиги, кўнгил ободлиги, тинчлик ва осойишталик, ўзаро меҳр-оқибат, аҳиллик, фойз-барака, пок ният ва соғлом интилиш масаласини эътироф этиш лозим.

«Обод турмуш йили» давлат дастуридаги устувор йўналишларда нималар акс этиши ҳақида фикр билдирган юртбошимиз, бошланган ишларни, ислоҳотларни 2013 йилда ҳам изчил давом эттириш асосий мақсад эканлигини эътироф этиб:

- Ўзбекистонда тинчлик-осойишталик ва хавфсизликни, фуқаролар ва миллатлараро аҳиллик ва ҳамжиҳатликни сақлаш ва мустаҳкамлаш;

- обод ҳаётда фаровонлик, тўқинчилик, мўл-кўлчилик, даромадларнинг ошириш, бандлик, кичик бизнес ва хусусий тадбиркорлик, фермерлик ҳаракатини янада ривожлантириш;

- инсон саломатлигини мустаҳкамлаш, соғлиқни сақлаш тизимини замонавий технологиялар билан таъминлаш, профилактика ишларини кучайтириш;

- янги уй-жойлар, замонавий йўл ва коммуникация тармоқларини барпо этиш, аҳоли пунктларини тоза ичимлик суви билан таъминлаш, коммунал хизмат соҳаси муаммоларини ҳар этиш;

- маҳалла ободлиғи, маҳалла идораси, маҳалла тизимини янада такомиллаштириш, маҳалланинг ижтимоий-иқтисодий ҳаётдаги ўрни ва таъсирини янада кучайтириш;

- аёлларнинг жамиятдаги ўрни ва нуфузи, ижтимоий фаоллигини янада ошириш каби масалаларни кун тартибига қўйиш ва Давлат дастурига киритиш лозимлиги таъкидлади.

2013 йилда илгари қўйилган вазифаларни рўёбга чиқариш учун 30 миллионга яқинлашиб қолган аҳолимиз бир жону бир тан бўлиб, озод ва обод ватан, эркин ва фаровон ҳаёт қуриш, фуқаролик жамиятини ривожлантириш йўлида фидокорона меҳнат қилишлари ҳам фар, ҳам қарзидир.

Таъкидлаш лозимки, оила - кичик бир давлат. Оила фаровонлиги жамият ривожини, жамият ривожини эса Ватан тараққиётини белгиловчи омилдир. Шундай экан, оилаларнинг мустаҳкам, тинч ва фаровон бўлишига ҳар биримиз маъсулмиз. Зеро, ана шу оилада ватанимиз келажagini белгилайдиган ёш авлод вужудга келади, тарбия топади. Тарбиянинг асоси она алласидан бошланади. Алла эса қалб туғғени, кўнгил чашмаси, юрак нолалари билан садо беради.

Бола қалбида шаклландиган ахлоқ-одоб, сабр-бардош, аҳиллик, меҳр-муҳаббат, ватанпарварлик, меҳнатсеварлик, фидойилик – ободликнинг инъикосидир.

2013 йил барчамизга бахт, омад, фаровонлик келтирсин!

## ЗАМОНАВИЙ ДАРС - ТАЛАБАЛАРНИ ФАОЛ ФИКРЛАШГА УРГАТИШ ДАРСИДИР

Мурадов Ш.М., Бухоро юқори технологиялар муҳандислик - техника институти «Механика» кафедраси мудири, доцент, т.ф.н.

*Статья посвящена влиянию идей студентов и развитию современных методов преподавания. Дана информация о применении различных методов в соответствии с этапами проведения урока.*

*Ключевые слова: идея, студент, современные методы преподавания, этапы проведения урока.*

*This article presents the effect of development of modern teaching methods on students' education. Information about application of various methods in accordance with teaching stages is also provided.*

*Key words: ideas of students, modern methods of teaching, stages of carrying out lesson.*

Замонавий дарснинг ҳар бир босқичи талабаларни фаол фикр юритишга ундаш керак. Бу борада ўқитувчининг талабаларга ва уларнинг ўзаро бир-бирларига берадиган саволлари, мустақил бажариладиган топшириқлар жаҳондаги 30 га яқин ривожланган (АҚШ, Англия, Германия, Япония, Жанубий Корея ва ҳоказо) мамлакатларнинг таълим тизимида самарали қўлланилаётган ўқитиш ва ўзлаштиришнинг олти даражаси:

1. Блум таксаномияси тоифаларига муофик бўлиши зарурдир.

2. Блум таксаномиясининг билиш, тушуниш, қўллаш даражаларидаги савол ва топшириқларнинг жавоблари талабаларнинг хотира кучига таянч, таҳлил, синтез, баҳолаш даражаларига оид бўлган муаммоли саволлар вазиятлар масала ва топшириқлар эса, талабаларнинг юқори даражада фикрлашга ундайди ва уларда критик фикрлаш қобилиятларини ривожлантиради.

Чунки талабаларга бериладиган савол ва топшириқларнинг тайёр ҳолдаги жавоблари адабиётларда кўрсатилмаган ёки ўқитувчи томонидан баён этилмаган бўлади. Жавобни талабаларнинг ўзлари хотира кучига таянган ҳолда фикр юритиш орқали топишлари талаб этилади. Бироқ шуни айтиш керак-ки, талабаларни фикрлашга ундовчи саволларнинг жавоблари ёки топшириқларнинг ечимлари уларда мавжуд бўлган ахборотларга, билимларга таянган ҳолда топиш имконияти бўлиши лозим [1-7].

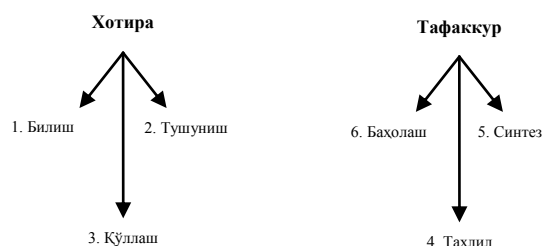
Аксинча талабаларга бериладиган саволлар бутунлай нотаниш бўлса, уларда ҳеч қандай ўқув-билишга қизиқишни уйғотмайди.

Замонавий дарснинг босқичларига қаътий амал қилиш дарс сифатини таъминлаб, талабаларни юқори интеллектуаллик даражаларида фикрлашга ундайди.

Замонавий дарснинг таркибий тузилиши халқаро RWCT лойиҳаси кўрсатмаларига мос равишда, интерфаол тренинг шаклида ўтказилиши ва у мантикий-таркибий томондан ташкилий

тайёрлов, чакирув (ундош, даъват), англаш (мустақил ўзлаштириш), мулоҳаза (умумлаштириш - мустаҳкамлаш) ва уйга вазифа бериш босқичларидан иборат бўлиши керак (жадвал 1).

Блум таксаномияси (ўқитиш-ўзлаштириш даражалари):



Биз юқорида жаҳон педагогикаси амалиётида муваффақият билан қўлланиб келинаётган замонавий дарс технологияси, унинг босқичлари (умумлашган модели) тўғрисида фикрларни баён этдик. Бундай дарслар мустақил диёримизнинг бўлажак мутахассисларини мустақил ижодий фикрлай оладиган қилиб тайёрлашда муҳим аҳамият касб этади.

Ҳар бир педагог, профессор-ўқитувчилар ҳар бир дарсининг мажмуасини яратишда юқорида баён этилган замонавий дарс босқичлари ва (умумлашган моделига) асосланиши, ҳамда жаҳон педагогикасида юқори самара берадиган, талабаларни фаолликка, мустақил ижодий фикрлашга ундайдиган илғор педагогик технологияларни ўрганиши, уларни миллий минталитетимиз, анъаналаримиз нуқтаи назаридан таҳлил қилиб ўқув жараёнига тадбиқ этишлари мақсадга мувофиқдир. Бу ҳар бир педагогнинг муқаддас бурчи ҳамдир.

Ҳар қандай ижтимоий жамиятда ёш авлод таълим – тарбияси муайян мақсад асосида ташкил этилади. Таълим – тарбиянинг мақсади ижтимоий жамият таракқиёти, унинг ривожланиш йўналиши, ижтимоий муносабатлар мазмунидан келиб чиқиб белгиланади. Бугунги кунда Ўзбекистон Республикасида ташкил этилаётган таълим –

Куйида замонавий дарснинг (амалий, семинар машғулот) умумлашган моделини жадвалда кўрсатиб ўтиш мақсадга мувофиқдир

Дарс босқичлари (этаплар)	Мазмуни
Ташкилий	Бу босқичда одатдаги амаллардан (давомат, дарсга тайёргарликни аниқлаш) ташкари микрогуруҳларни (кичик гуруҳларни) шакллантириш, дарснинг аниқлаштирилган ўқув мақсадларини муҳокама қилиш, мавзу бўйича кўриладиган масалалар бўйича талабалар тақлифларини эътиборга олган ҳолда такомиллаштириш ва янгилик билан қабул қилинишига эришиш, янги мавзу материални ўрганишга доир ўқув мотивларини шакллантириш талаб этилади.
Чақирув (ундош даъват)	Бу босқичда ўқитувчининг қисқача ахборотидан сўнг, кичик гуруҳларда (хар, бир гуруҳда 5дан 7 тагача талаба) иш ташкил қилиниб янги ўтиладиган мавзу бўйича талабалардаги мавжуд ахборот фаоллаштирилади. Бунда интерфаол усуллардан (стратегиялардан) «Ақлий ҳуқум, синк..... тузиш, Кластер- «ахборотни ёйиш», График ташкилотчилар (ўқув материални ўзлаштиришда, ундаги фикрлаш жараёнини кўргазмани тасвирлаш), Т-схема (Бу усул киёсий катталиклар «ҳа», «йўқ», «розиман», «қаршиман»)нинг универсал ташкилотчиси «Вен диаграммаси (бу усул икки ёки ундан ортик тушунчаларни ўзига хос ва умумий жиҳатларини таҳлил қилиш ва умумлаштиришда қўлланилади), кубик (Бу усул кўриладиган масалани турли томондан кадамба-кадам, осондан қийингача томон йўналишда тасаввур этиш имкониятини беради), Зиг-заг (бу усул ўзаро ҳамкорликда ўқиш усули бўлиб ҳисобланади.) Биламан-билишни хоҳлайман-билиб олдим (Б-Б-Б). Бу усул жадвал кўринишда бажарилади. Икки қисмли кундалик (Бу усул талабаларга ўқиётган матн мазмунини ўз тажрибалари билан боғлаш ва ўзларининг шахсий синчковликка бўлган эҳтиёжини қондириш учун имконият яратади. Эссе (французча тажриба, дастлабки лойиҳа) шахснинг бирор мавзуга оид ёзма равиёда ифодаланган дастлабки мустақил эркин фикри. Бунда тингловчи ўзининг мавзу бўйича таъсуротлари, ғояси ва қарашларини эркин тарзда баён қилади. Техник диктант. (Бунда техникага оид матндаги айрим гаплар, сўзлар, формуласи ёки бирор фикр тушуриб қолдирилиб айтилади. (диктовка қилинади)). Такриз-бу ўқилган матни ижобий ёки салбий нуқтаи назардан баҳолашдур. Инсерт-бу усул асосан ўқув материал (матнни) мустақил ўқиб, ўзлаштиришда қўлланилади. «Шундан» 5x5x5, «қора қути», Бешинчиси ортикча, «Ажурли арра», «Нима учун», методи «қандай» иархик диаграммаси, «Интервью» техникаси, «Блиш»ўйин методи, «Бумеранг» техникаси, «Мулоқот» техникаси «Адолат ўлкасида саёхат» ролли ўйин, «ФСМУ»технологияси «Скарбей» техноло-гияси, «Меню» 6x6x6, «3x4», «8x5x8x5», «Фикрларнинг муддатли ҳужуми», «Фикрий ҳужум», «Ялпи фикрий ҳужум» методи ва ҳоказолардан фойдаланиш яхши самара беради.
Англаш	Бу босқичда ўқитувчининг қисқача ахборотидан сўнг талабалар кичик (микро гуруҳлар) гуруҳчалар тартибда ўқув материални мустақил ўзлаштирадilar. Бу босқичда Биламан- Билишни хоҳлайман-Билиб олдим (Б-Б-Б) жадвални тўлдириш, Зиг-заг, инсерт, кластер, Т-схема, Венн диаграммаси, икки қисмли кундалик, Эссе, икки қисмли кундалик. «Нима учун», «қандай ва бошқа интерфаол стратегиялардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ» бўлади.
Мулоҳаза	Бу босқичда (фикрлаш) янги билимлар умумлаштирилади ва мустаҳкамланади, ўзлаштирилган янги билимлар дарсини ўқув мақсадлари билан таққосланади, унга эришганлик даражаси таҳлил қилинади. Талабаларнинг кичик гуруҳчалар (хар бир гуруҳда 5-7 талаба) таркибдаги фаолияти ҳамда етакчифаол талабаларнинг фаолиятлари рағбатлантирилади.
Уйга вазифа	Бу босқичда уйга вазифа берилди. Шу билан дарс яқунланади. Уйга бериладиган вазифа ўқувчиларни умумлаштира олишга, таққослаш ва фарқлашга, туркумлашга, гуруҳларга ажрата олишга, мавзуга оид таянч сўзларни аниқлай олишга матннинг бирор парчасига сарлавҳа кўйиш ва шу қабиларга ўргатувчи, фикр юритишга ундовчи савол ва топшириқлардан иборат бўлиши лозим.

тарбиянинг асосий мақсади комил инсонни тарбиялаб етук мутахассислар, касб эгалари қилиб тайёрлашдан иборатдир.

Шунингдек, таълим – тарбия билан боғлиқ бўлган касб эгалари педагоглар, уларнинг касбий салоҳиятлари, малака ва маҳорат даражалари, маънавий қиёфаси масалалари ҳам давлат сиёсатининг устивор масалаларидан биридир.

Ўзбекистон Республикасининг «Таълим тўғрисида» ги Қонуни, «Кадрлар тайёрлаш Миллий дастури» ҳамда Ўзбекистон Республикаси Президенти И. А. Каримовнинг фармон, асар ва нутқлари, Вазирлар маҳкамаси қарорлари, халқ таълими, олий ва ўрта махсус касб – ҳунар таълими тизимининг қатор ҳужжатлари мазмуни бу борада

амалга ошириладиган барча ишларнинг қонуний ва концептуал асослари бўлиб, «Таълим тўғрисида» ги Қонун ҳамда «Кадрлар тайёрлаш Миллий дастури» ғояларини амалга ошириш жараёнида ўқитувчи кадрлар муҳим роль ўйнайдилар.

Ҳозирда Олий таълим муассасалари профессор – ўқитувчиларнинг педагогик – психологик тайёргарлигига, машғулотларни ташкил қилиш ва ўтказиш маҳоратига, педагогик технология ва педагогик фаолиятининг инновацион хусусиятларига эга бўлишига, таълим жараёнида тарбиялашнинг дидактик омиллари, мустақил ва ижодий ишларни ташкил этишига, ўз – ўзини касбий ривожлантиришга, тайёргарлигига, мутахассислик билим, кўникма ва малакаларини

шакллантириб боришига жиддий эътибор бирилмоқда. Таълим муассасалари, биринчи навбатда олий таълим малакали профессор – педагогик ходимлари сафидан етук мутахассис кадрлар тайёрлаш, уларни ривожланган хорижий мамлакатлар таълимидаги ижобий тажрибаларни ўрганиши, ўқитишнинг янги педагогик технологиялари билан танишиши ва чет элларда тажриба ортиришини таъминлаш мақсадида муофиқдир.

Замонавий таълимни ташкил этишнинг асосий ва муҳим талабларидан бири бу, ортикча руҳий ва жисмоний куч сарф этмай, қисқа вақт ичида юксак натижаларга эришишдир. Қисқа вақт орасида муайян назарий ҳамда амалий билимларни ўқитувчиларга етказиб бериш, уларда маълум фаолият юзасидан кўникма ва малакаларини ҳосил қилиш, ҳамда талабалар фаолиятини назорат қилиш, улар томонидан эгалланган билим, малакалар даражасини баҳолашди анча ютуқларга эришилди. Бугунги кунда бир қатор ривожланган мамлакатларда бу борада катта тажриба тўпланган бўлиб, ушбу тажриба асосларини ташкил этувчи методлар интерфаол методлар номи билан юритилмоқда.

Американинг «Street law» (кўча қонуни) дастури бугунги кунда ер юзининг кўплаб давлатлари томонидан «аср» га олинган ва таълим маконига ўрнашиб қоляпти.

Бунинг асосий сабаби дастурдан ўрин олган юзлаб ўқитиш методларининг (бу методларни айримларини юқорида дарснинг чакирув ва англаш босқичларида баён этиб ўтдик) фаоллиги, жозибалиги ва таъсирчанлигидир.

Улар ёрдамида ўқувчилар ўз фикрларини эркин ифодалаш, ахборотларни танкидий қабулқилиш, жамоада ишлаш, ўз мавқеини мустаҳкамлаш, фикрларини ҳимоя филиш, ҳақ – ҳуқуқларини англаб етиш каби имкониятларга жуда эга бўладилар.

Қуйида «Street law» дастуридаги баъзи методларнинг (юқорида бу методлар яъни интерфаол методларнинг баъзилари дарснинг чакирув босқичида баён этилган) бир нечтасини моҳиятини ва улардан фойдаланишнинг мазмунини баҳн этиб ўтаимиз.

**Ўқитиш жараёнида қўллаш мумкин бўлган баъзи бир технологиялар ва уларни ўтказиш тартиби тўғрисида методик тавсияномалар:**

**Т – схема.** Бу интерфаол усул қиёсий катталиклар («ҳа», «йўқ» ёки «Розиман», «Қаршиман») нинг универсал иштирокчиси бўлиб, бир – биридан кескин фарқ қилувчи ёки қарама – қарши, баъзан турлича меъзонлар билан фарқ қилувчи фикрларни кўргазмали ва ихчам тарзда тасвирлашга, (баён этишга қулайлик) яратади.

«5x5x5» методи ўқувчи – талабаларни эркин

фикрлаш, кенг доирада турли ғояларни бера олиши, таълим жараёнида яқка, кичик гуруҳ ҳолда таҳлил этиб, хулоса чиқара олиши, таъриф беришга қаратилган.

**«Зиг - заг» методи (стратегияси).** Бу ўзаро ҳамкорликда ўқиш усули бўлиб ҳисобланади.

Уни ўтказиш методикаси худди «5x5x5» методининг ўзи, лекин вақтни тежаш мақсадида гуруҳлар аъзолари орасидан лидерлар белгиланилади

**«Қора қути» методи** ёрдамида ўзлаштирилган тушунчаларни мустаҳкамлаш.

**«Венн» диаграммаси.** Бу усул икки ёки уч объектни, тушунчани, ғояни, ҳодисани таққослаш фаолиятини ташкил этиш жараёнида ишлатилади. У талабаларда таққослаш, таҳлил қилиш, гуруҳлаш малакаларини шакллантиради.

**«Венн диаграммаси» ни тузиш тартиби қуйдагича:**

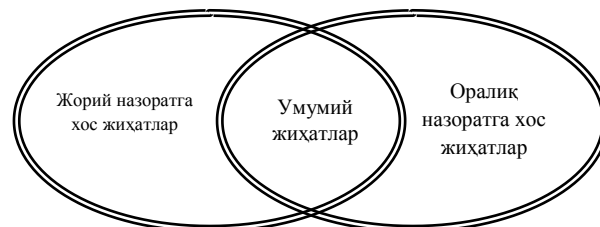
**1 – босқич:** - ўқитувчи талабаларни ушбу диаграммани тузиш қондаси билан таништиради;

**2 – босқич:** - яқка, жуфтликда ёки гуруҳ ичида диаграмма асосида таққослаш фаолияти ташкил этилади;

**3 – босқич:** - ўхшаш ва фарқли хусусиятлар диаграммага ёки жадвалга туширилади;

**4 – босқич:** - фаолият натижалари таҳлил қилинади ва баҳоланади.

**Масалан:** «Ўқувчилар фаолиятини назорат қилиш ва баҳолаш» (педагогик технология фанидан) мавзуни ўрганишда «Венн» диаграммасидан фойдаланиш.



**«Эссе» ёзиш.** Шахснинг бирор мавзуга оид ёзма равишда ифодаланган даслабки мустақил эркин фикри ҳисобланади. Бу методда талаба ўзининг мавзу бўйича таъсуротлари, ғояси ва қарашларини эркин тарзда баён этади.

**Техник** диктант – техникага оид матндаги гапларнинг айрим сўзлари формуласи ёки бирор фикр тушириб қолдирилиб айтиб турилади (худди диктант ёзгандек). Талабалар эса ташлаб кетилган сўзлар ўрнини тўлдиришлари керак. Бунинг учун бўш қолган жойга оид жавобларни (сўзларни, тушунчаларни, жумлаларни) ўзлари топиб ёзиб борадилар.

**Инсерт усули** - самарали ўқиш ва фикрлаш учун белгилашнинг интерфаол тизими ҳисобланиб, мустақил ўқиб-ўрганишда ёрдам беради. Бунда маъруза мавзулари, китоб ва бошқа

материаллар олдиндан талабага вазифа қилиб бериллади. Уни ўқиб чиқиб, «V; +; -;?» белгилари орқали ўз фикрини ифодалайди.

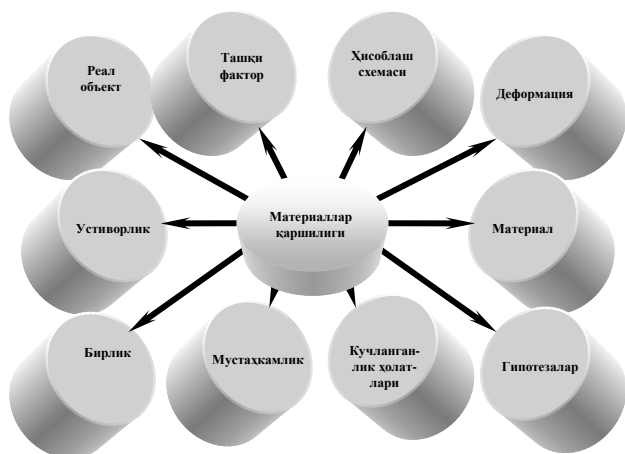
**Матнни белгилаш тизими:**

(v) - мен билган нарсани тасдиқлайди.

(+) – янги маълумот.

(-) – мен билган нарсага зид.

(?) – мени ўйлантирди. Бу борада менга қўшимча маълумот зарур.



**Тармоқлар методи** (кластер). Фикрларнинг тармоқланиши – бу педагогик стратегия бўлиб, у талабаларни бирон бир мавзунини чуқур ўрганишларига ёрдам бериб, уларни мавзуга таалуқли тушунча ва аниқ фикрни эркин ва очиқ равишда кетма – кетлик билан узвий боғланган ҳолда тармоқлашга ўргатади.

**Синквейн методи** (ахборотни йиғиш) – RWCT лойиҳасида ўрганилаётган материални яхшироқ англаш учун қўлланиладиган усуллардан бири бўлиб ҳисобланади.

Синквейн – французча беш қаторли ўзига хос, қофиясиз шеър бўлиб, унда ўрганилаётган тушунча (ходиса, воқеа, мавзу) тўғрисидаги ахборот йиғилган ҳолда, ўқувчи сўзи билан, турли вариантларда ва турли нуқтаи назар орқали ифодаланади.

**Синквейн тузиш қоида:**

1. Биринчи қаторда мавзу (топшириқ) бир сўз (от) билан ифодаланади (**Ким? Нима?**).

2. Иккинчи қаторда мавзуга оид иккита сифат ёзилади (**Қандай? Қандай?**).

3. Учинчи қаторда мавзу доирасидаги хатти – ҳаракат (**функцияси – вазифасини англатувчи**) учта сўз (**фееъл**) билан ифодаланади.

4. Тўртинчи қаторда мавзуга нисбатан тассавур (**ассоциация**) ни англатувчи ва тўртта сўздан иборат бўлган фикр (**сезги**) ёзилади.

5. Охириги қаторга мавзу моҳиятини такрорлайдиган, маъноси унга яқин бўлган битта сўз (**синоним**) ёзилади.

«**Сеялка**» тушунчасига оид синквейн тузишни мисол тариқасида кўриб чиқамиз:

1. - сеялка;
2. - - тўрт қаторли, олти қаторли;
3. - - - уруғни уялаб экади;
4. - - - - экиш мавсуми, трактор, дала, уруғ;
5. - агрегат.

**Портфолио** – инглизча сўз бўлиб, портфел ёки портфеллар тўплами деган маънони англатади. Портфолионинг бир неча турлари мавжуд бўлиб, ўқув жараёнидаги портфолио муайян фандан ҳар бир талаба учун курс, семестр давомида юритилади. Унда талабанинг баҳолаш турлари – жорий, оралик ва мустақил ишлари бўйича бажарган топшириқлари ва уларга ўз вақтида қўйилган ўзлаштириш баллари жамланиб борилади.

«**Бешинчиси ортиқча**» методи - Берилган ушбу тушунчалар рўйхатидан мавзуга таалуқли бўлмаган тушунчаларни аниқлаш ва уларни рўйхатдан чиқариш.

**«Ажурли арра» методи**

«**Ажурли арра**» методи тузилиши жиҳатидан ўзида қуйидаги босқичларни қамраб олади:

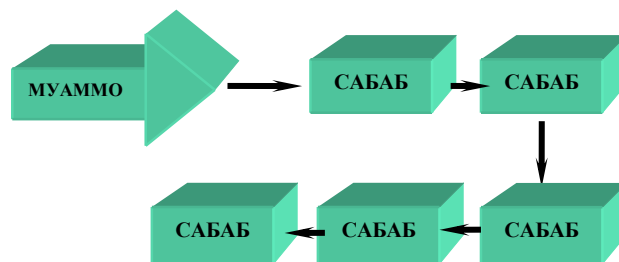
1. Мавзунини (мавзунини топширишини) бўлиш: Мавзунинг матни бир нечта асосий қисмларга (*ёки режада ёритилиши керак бўладиган масала мавзусига*).

2. Бирламчи гуруҳлар. Ҳар бир гуруҳ аъзолари қирқилган мавзунини олишади ва экспертга айланадилар.

3. Эксперт гуруҳлари. Қўлида бир мавзуга оид топшириқлари мавжуд бўлган ўқувчилар мавзунини муҳокама қилиш, бошқаларга ўргатиш режасини эгаллаш учун эксперт гуруҳга бирлашадилар.

4. Бирламчи гуруҳлар. Ўқувчилар ўзларининг бирламчи гуруҳларига қайтадилар ва эксперт гуруҳларда ўрганганларини ўқитишади.

«Нима учун» техникаси



Баён этилган ушбу замонавий методлар, яъни интерфаол усуллар ўқитишни самарасини оширишга, рухий зўриқишни олдини олишга, кам вақт сарф этиб юқори натижаларга эришишга, ўқувчи – талабаларда мантикий, ижодий, танқидий, мустақил фикрлашни шакллантиришга, қобилиятларини ривожлантиришга, етук мутахассис бўлишларига, ҳамда мутахассисга керакли бўлган касбий фазилатларини тарбиялашга ёрдам беради.

## Фойдаланилган адабиётлар:

1. Каримов И.А. Юксак малакали мутахассислар – тараққиёт омили. - Тошкент, Ўзбекистон, 1995. – 24 б.
2. Каримов И.А. Ўзбекистон XXI асрга интилмоқда. - Тошкент, Ўзбекистон, 1999. – 48 б.
3. Каримов И.А. Баркамол авлод – Ўзбекистон тараққиётининг пойдевор. – Тошкент, Шарқ., 1997. – 63 б.
4. Азизходжаева Н.Н. Педагогик технология ва педагогик маҳорат. Ўқув қўлланма. – Тошкент, 2003. ТДПУ, - 106 б, Б.120 – 122
5. Саидахмедов Н. Янги Педагогик технологиялар. – Тошкент, Молия, 2003. – Б. 37 -93
6. Толипов Ў., М.Усмонбоева. Педагогик технология: назария ва амалиёт. – Тошкент, Фан. 2005. – 110 б, 119б.
7. Касбий малака ва педагогик маҳорат. Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий Университети қошидаги олий педагогик институти. – Тошкент, 2009. - 186, 366.

УДК 371.2

© Раупов Х.Р. 2013 г.

## ЖАЛОЛИДДИН МАНГУБЕРДИ - МАРДЛИК ВА ҚАҲРАМОНЛИК ТИМСОЛИ

Раупов Х.Р., НДКИ проректори, тарих фанлари номзоди

*В статье отображается борьба Джалолиддина Мангуберди за свободу и независимость узбекского народа против монгольских завоевателей. В нашей истории его подвиги являются эталоном мужества, храбрости и воспитания чувства патриотизма к Родине, свидетельством которых являются исторические источники и сведения из литературы.*

*Ключевые слова: история Родины, свобода, героизм, честь, борьба за свободу, Хорезмское ханство, Ургенч, Мухаммад Хорезмшах, Султан Жалолиддин.*

*The struggle of Jaloliddin Manguberdi for freedom and independence of our people against Mongol conquerors is described in this article. In our history his deeds are considered as standards of bravery and patriotism. Historical records and information can serve as an example of his bravery.*

*Key words: Homeland history, freedom, heroism, honor, fight for freedom of the Homeland, the Khorezm khanate, Urgench, Mahomed Horezmshakh, Sultan Zhaloliddin.*

Инсон маънавий оламининг кучи, кудрати унинг Ватан олдидаги бурчи ва масъулиятини қандай англаб етишида маълум бўлади. Президент И. Каримов «Юксак маънавият - энгилмас куч» асарида мардлик ва қаҳрамонлик маънавий жасорат маҳсули эканлигига тўхталиб ўтар экан, «Урганчни босқинчилардан ҳимоя қилишда байроқ тутиб жон берган Нажмиддин Кубронинг қаҳрамонлигида, дунёни тўфондек босган Чингизхон қўшинига қарши ўн бир йил мутгасил кураш олиб борган Жалолиддин Мангубердининг жанговор руҳида, юртимизни истилочилардан озод қилиб, буюк давлат барпо этган Амир Темур бобомизнинг бунёдкорлик салоҳиятида ҳам маънавий жасорат туйғуси буюк ва устувор аҳамият касб этгани, шубҳасиз» [1], дея таъкидлайди.

Мустақиллик шарофати билан ёшларимиз Ватанимизнинг кўп мингйиллик тарихини, шу жумладан она юртимизни босқинчилардан ҳимоя қилиш, халқимизнинг эркинлиги, озодлиги учун курашган ҳамда бу курашларда жасорат ва мардлик кўрсатган буюк шахсларнинг шонли тарихни ўрганиш имкониятига эга бўлди. Ватанимиз тарихида юрт озодлиги йўлида ўзининг жасурлиги билан

машҳур бўлган ватанпарварлардан бири Жалолиддин Мангуберди эди.

XIII асрда яшаб ўтган Шаҳобиддин Мухаммад ан-Насафий «Султон Жалолиддин Мангуберди ҳаёти тафсилоти» номли тарихий асарида унинг тўғрисида шундай ёзади: «У буғдойранг, ўрта бўйлик, туркий кифалик ва туркийда гапирадиган одам эди, шу билан бирга форсийда ҳам сўзлаша оларди. Унинг мардлиги, жасурлиги келсак, у шерлар орасида энг зўр шер эди, кўркмас чавандоз, лашкарлар орасида энг ботир эди. У ювош, мулойим одам эди, у ҳақгўйликни, адолатни улуғларди» [2].

Маълумки, XIII аср бошларида гуллаб-яшнаган Мовароуннаҳр ўлкасига Чингизхон бошчилигидаги мўғул босқинчилари бостириб кирдилар. Халқимизнинг асл фарзандлари Ватан, озодлик, мустақиллик учун курашга отландилар Инсонийлик кифасини йўқотган, босган изидан ўт-олов пурқаб ўтган мўғул галалари юртимиз минглаб шаҳар-қишлоқларни вайрон этдилар. Аммо халқимизнинг довурак ва жасур фарзандлари душманга қарши мардонавор жанг қилдилар. Шулардан бири довуғи оламга кетган Султон Жалолиддин Мангуберди эди.

Президентимиз бу тўғрисида: «Ана шундай қалтис вазиятда ўзи каби фидойи, ботир инсонларни жипслаштириб, Хоразм заминини топташга шай турган ёвуз душманга қарши чиқиш учун одамда қандай журъат, қандай юрак, қандай ирода, қанчалар бақувват имон-эътиқод бўлиши керак» [3] дея таъкидлайдилар. Маълумки, 1219 йилда Чингизхон кўп минглик қўшин билан Хоразмшоҳлар давлатига юриш бошлади. Чингизхон қўшинлари тез орада Мовароуннахрнинг гўзал ва гуллаб яшнаган шаҳар ва қишлоқларининг қўлга кирита бошлади.

Дастлаб Ўтрор, кейинчалик Бухоро, Самарқанд, Хўжанд, Термиз каби шаҳарларни эгаллайди. Мўғул қўшинлари 1221 йил бошларида Хоразмшоҳлар пойтахти- Урганчга ҳужум бошладилар. Шаҳарнинг ҳимоя қилиш тахт ворислиги ва валиахдликни олган Султон Жалолоддин қўлига ўтди.

Шаҳар ҳимояси учун сараланган, жуда яхши курулланган гвардия ташкил этилади. Шаҳар ҳимоячилари охириги томчи қонлари қолгунча жанг қилишга тайёр эдилар. Аммо, Урганчга душман ҳужум қилаётган бир пайтда саройдаги ички низолар ва тахт ворислиги учун кураш Ватан ҳимоячиларининг бирлигига катта хавф туғдирди. Чунки, Муҳаммад Хоразмшоҳнинг онаси Туркон Хотун талаби билан Ўзлокхонни тахтнинг вориси деб эълон қилади. Муҳаммад Хоразмшоҳ ўлими олдидан Хоразм давлатини фақат Султон Жалолоддин сақлаб қолишга кўзи етади ва уни тахт вориси ва валиахди деб эълон қилади. Урганчда эса Туркон Хотун ўз ўғли Муҳаммад Хоразмшоҳнинг васиятини тан олмади.

Бу эса ватан ҳимоячиларининг бирлашишига катта таъсир этди. Жалолоддин эса 1221 йил февралда Хўжанд ҳокими Темур Маликнинг 300 нафар ишончли суворийлари билан Урганчни тарк этади ва Нисо шаҳри томон йўл олади. Бундай қулай пайтдан фойдаланган Чингизхон ўзининг юз минглик қўшинини пойтахтга ташлайди. Мўғуллар шаҳарни кўп кунлик қамалдан сўнг олишга муваффақ бўлади. Султон Жалолоддин эса бу вақтда Хуросонда ўзига куч тўплай бошлаганида мўғуллар бунга йўл қўймасликка интилишди. Нисо шаҳри яқинида Жалолоддиннинг 300 кишилиқ лашкарини мўғулларнинг 700 кишилиқ қўшини қуршаб олади. Икки ўртада жанг жуда кескин ва дахшатли бўлади. Жалолоддин Мангуберди қўшинлари мўғулларни тор-мор этишади. Бу жангдан сўнг Жалолоддинга унинг амакиси Амин ал-Мулк 10 минг аскар билан келиб қўшилди. Улар мўғуллар қамал қилган Қандахордаги жангда янада жасорат ва мардлик кўрсатишади ва шундан сўнг Чингизхон Султон Жалолоддин билан ҳисоблашишга мажбур бўлади. Жалолоддиннинг ғалабаси унинг ўз атрофида ватанпарвар кучларини тўплашига имкон яратди. Халаж қабиласи бошлиғи Сайфиддин Йғроқ, Балх ҳокими Аъзам Малик, афғон кўнгиллилари сардори Музаффар Малик, Қарлуқлар етакчиси ал-Ҳасан 30 минглик, шунингдек, амакиси

Амин ал-Мулк қўшини билан Жалолоддинга қўшилади. Бу кучлар энди Ватан озодлиги йўлида бирлашди ва душман билан олишишга имкон туғилди. Чингизхоннинг тажрибали лашкарбошчиси Шики Қутуку Нуён бошчилигидаги 45 минг мўғул лашкари Панжашер водийсидаги Парвон яқинида Жалолоддин қўшинлари билан тўқнашди. Бу жангда султон Жалолоддин душманга яна қақшатқич зарба берди ва шу вақтгача енгилмас деб ҳисобланган мўғулларнинг довуғига раҳна солди. Бу жангдан сўнг Чингизхон Жалолоддин киёфасида ўзига хос рақиб топганлигини кўради. Мўғуллар Синд дарёси қирғоғида Жалолоддин қўшинларини яна бир бор ҳужум қилиб уни ўраб олади. Икки ўртада шиддатли жанг бўлади. Муаррихларнинг ёзишича, бу жанг 1221 йилнинг ноябрида бўлиб ўтади. Жанг 3 кун давом этади. Жангнинг учинчи куни ватанпарварлардан 700 киши қолган бўлсада, душманга қарши аёвсиз курашни давом эттиради. Чингизхон Жалолоддинни тириклай тутишни буюради. Мўғуллар уни ўраб олишади, аммо Жалолоддин уларни халқасини ёриб чиқиб, ўзини оти билан дарёга ташлайди ва уни соғ-саломат кечиб ўтади.

Чингизхон Жалолоддиннинг бу мардлигидан ҳайратга тушади ва ўғилларига қарата шундай дейди: «Ҳақиқий ота ўғил мана шундай бўлиши керак! У шундай қирғинбарот жанг майдонидан ва дарё гирдобидан кутилиб ҳимоя қирғоғига чиқа олдим, демак, ундан яна ҳам кўп қахрамонликлар ва сон-саноксиз ташвишлар кутиш мумкин».

Бу жангда Жалолоддин Мангубердининг бу жасорат ва қахрамонлиги тўғрисида Мирзо Улуғбек ўзининг «Тўрт улус тарихи» асаридан шундай ёзади: «Султон Жалолоддин бин Султон Муҳаммад Хоразмшоҳ ўзини суву олов ўртасида кўрди, чунончи, бир тарафида кескир қиличлар олов сочарди, бошқа тарафида эса қонхўр дарё турарди. Ҳеч бир томондан чиқиб кетишнинг иложи йўқ эди.

Баҳодирлик отини кураш майдонига солиб, тотор кофирлардан кўпини ҳалокат тупроғига қорди ва ҳеч қулфатсиз жанг қилдики, агар Рустами дoston тирик бўлганда, унга бўлган муҳаббат ёпиғини ўз елкасига солган бўларди. Агар қумуштан Исфандиёр бу жангни мушоҳада қилганда, унинг хизматида қуллик лавозимини жону дил билан қабул қилган бўларди» [4].

Султон Жалолоддин умрининг охиригача ўз Ватани озодлиги йўлида кураш олиб борди. Президентимиз И. А. Каримов «У бизнинг озодлигимиз, истиқлолимизга тажовуз қилмоқчи бўлган ҳар қандай ёвуз кучга қарши тик туриб курашишга, мардона зарба беришга қодирлигимизнинг тасдиғи ва тимсолидир», деб таъкидлаганларида минг бора ҳақ эдилар. Бугунги кунда мустақиллигимизни мустаҳкамлашда ёшларимизни, уни асрашда хизмат қилаётган аскарларимизни ватанпарварлик руҳида тарбиялашда Жалолоддин Мангубердининг бекиёс жасорати намуна бўлади.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Каримов И.А. "Юксак маънавият – энгилмас куч".-Тошкент: "Маънавият", 2008,-Б 163
2. Шихобиддин Муҳаммад ан-Насафий. Султон Жалолиддин Мангуберди ҳаёти тафсилоти. Тошкент, 1999 .Б.422-б.
3. Мустақил Ўзбекистон тарихи. Тошкент, 2000 й, 474-б
4. Мирзо Улуғбек. Тўрт улус тарихи .-Тошкент: Чўлпон, 1994,-Б 182

## КНИЖНЫЕ НОВИНКИ



Среди разнообразных процессов, протекающих в металлургии, важное место занимают окислительно-восстановительные реакции, без изучения которых невозможно понять современную металлургию.

Монография «Окислительно-восстановительные процессы в металлургии», вышедшая в издательстве «Истиклол нури» г. Ташкента, представляет собой результат многолетнего труда авторов ученых и специалистов Навоийского горно-металлургического комбината и Навоийского государственного горного института Петухова О.Ф., Санакулова К., Хасанова А.С., Мустакимова О.М.

В монографии изложены научнотеоретические основы процесса обжига сульфидных минералов. Представлено аппаратное оформление процессов обжига.

Особое внимание уделено заводской практике обжига золотосодержащих пиритных и арсенипиритных концентратов, молибденита, халькопирита и сфалерита. Приведены многочисленные экспериментальные и промышленные данные по выщелачиванию металлов из руд и концентратов с применением окислительно-восстановительных процессов. На примере выщелачивания урана, меди, молибдена, цинка, никеля, марганца, железа, золота и серебра из руд и концентратов с применением различных растворителей показано влияние окислительно-восстановительных процессов на эффективность извлечения металлов в раствор. Приведены теоретические основы и конкретные примеры по выделению металлов и окислов металлов из растворов методом восстановления. В отдельной главе подробно изложено аппаратное оформление процессов выщелачивания.

Данная монография призвана помочь в освоении основных положений теории окислительно-восстановительных процессов и приобретении навыков решения разнообразных задач с их участием, начиная от уравнивания окислительно-восстановительных процессов, расчёта стандартных окислительно-восстановительных потенциалов и заканчивая комбинированными задачами, в которых необходимо учитывать влияние на электродные потенциалы таких факторов, как изменение рН водного раствора, комплексообразование, образование нерастворимых соединений.

Монография предназначена для инженерно-технических работников горно-металлургических производств и специалистов проектных и исследовательских институтов. Она будет полезна студентам, обучающимся по направлению «Металлургия», а также магистрам и докторантам, занимающимся вопросами металлургии.

*Редакционный совет научно-технического и производственного журнала «Горный вестник Узбекистана»*