

Ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali 1997 yilda asos solingan

#### Ta'isichilar:

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

#### Moliyaviy qo'llab quvvatlovchilar:

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

#### Bosh muharrir:

Sanakulov K.S.

#### Bosh muharrir o'rinbosari:

Salomov F.I., Shemetov P.A.

#### Tahririyat kengashi:

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

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot Agentligida ro'yxatga olingan

Qayd etish guvohnomasi 2006 yil 13 dekabr № 0033

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) 770-2048, 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

E.Romanova@cru.ngmk.uz

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

#### Kompyuter sahifasi:

Romanova E.Yu., Fursov A.I.

#### Tahliliy guruh:

Leonteva N.M., Nakaryakova O.A., Norov J.A., Fedyanin A.S.

#### Dizayn:

Bannov A.N.

#### Jurnalning chop etilishi va elektron shaklini yangilab boruvchi mas'ul:

Davlatov B.R.

#### Nashr qilindi:

NKMK bosmaxonasida  
210100, Navoiy shahri, Janubiy ko'chasi, 25  
Tel: 8 (438) 5777556, 5778019

Nashr etishga 17.04.2012 y. imzolandi  
Adadi 600 nusxa

## MUNDARIJA / СОДЕРЖАНИЕ

### GEOTEKNOLOGIYA / GEOTEKHOLOGIYA

<b>Санакулов К.С.</b> Основные тенденции рационального использования минерального сырья .....	3
<b>Рахимов В.Р., Шеметов П.А., Фёдоров А.С.</b> Освоение маломасштабных и техногенных месторождений золота в сложных природных условиях Центральных Кызылкумов .....	8
<b>Шеметов П.А., Бибиб И.П.</b> Повышение эффективности БВР при взрывании высоких уступов .....	14
<b>Халикулов Э.Х., Кравченко Ф.А.</b> Флагману золотодобывающей промышленности Республики Узбекистан карьеру Мурунтау – 45 лет .....	16
<b>Халикулов Э.Х.</b> Современное развитие буровзрывных работ в приконтурных зонах крупных глубоких карьеров Узбекистана .....	20
<b>Леу С.В., Лунин С.В., Сидоров Е.Ю.</b> Этапы развития средств механизации и технологии взрывных работ на карьере Мурунтау .....	24
<b>Коломников С.С., Клевенко С.А.</b> Этапы развития и опыт эксплуатации циклично-поточной технологии в глубоком карьере Мурунтау .....	29
<b>Каримов И.А., Хасанов О.О., Худойбердиев О.М.</b> Обоснование технологических параметров подземной разработки маломощных сближенных рудных тел .....	33
<b>Солиев Б.З., Махмудов Г.У., Аблакулов К.Т.</b> Определение параметров блока при выборе системы разработки .....	35
<b>Тошев О.Э., Норов Ж.А., Халимова Н.Д.</b> Ослабление прочности песчаных горных пород химическим методом .....	38
<b>Уринов Ш.Р., Норов Ж.А., Халимова Н.Д.</b> Ослабление прочности крепких горных пород в подземных условиях .....	41
<b>Мирзаев А.У.</b> Перспективы применения бентонитоподобных глин в качестве бурового раствора при бурении скважин .....	43
<b>Мехтиева Т.Т., Борисов В.В., Янцен В.А.</b> Модернизация производства кучного выщелачивания .....	46

### METALLURGIYA VA BOYITISH / ОБОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ

<b>Санакулов К.С., Эргашев У.А.</b> Современное состояние и направления развития технологии биоокисления для переработки сульфидных руд на ГМЗ-3 .....	48
--	----

### IQTISOD VA QONUNCHILIK / ЭКОНОМИКА И ЗАКОНОДАТЕЛЬНОСТЬ

<b>Саломов Ф.И., Шеметов П.А.</b> Повышение эффективности горноперерабатывающих предприятий Узбекистана в современных условиях .....	54
--	----

### GEOLOGIYA / ГЕОЛОГИЯ

<b>Камалов Б.А., Боймирзаев К.М.</b> О тектонике литосферных плит .....	57
<b>Тураев А.С., Курбанов А.А., Ражабов А.А.</b> Структурное исследование базальтов Кызылкума .....	63
<b>Плещенко И.В., Мирзаев А.У., Наерузов С.С., Булина Н.В.</b> Чимкуртанское месторождение железных руд .....	67
<b>Исаходжаев Б.А. Халилов А.А.</b> Некоторые критерии и модель формирования месторождений урана «черносланцевого» типа .....	70

### GEOMEXANIKA / GEOMEXANIKA

<b>Каримов И.А., Хасанов О.О., Худойбердиев О.М.</b> Расчет условных зон неупругих деформаций при разработке маломощных рудных тел Зармитанского месторождения золота .....	73
<b>Сейтбаев Ш.А.</b> Мониторинг состояния откосов бортов на карьере Мурунтау .....	75

### GEOTEKNIKA / GEOTEKNIKA

<b>Салимов Р.С., Худайбердиев О.М., Аликулов Ш.Ш.</b> Выбор типа и конструкции геотехнологических фильтров в призабойной части технологических скважин .....	80
--	----

**Научно-технический  
и производственный журнал  
основан в 1997 году**

**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'zGEORANGMETLIT»

**При финансовой поддержке:**

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

**Главный редактор:**

Санакулов К.С.

**Зам. главного редактора:**

Саломов Ф.И., Шеметов П.А.

**Редакционный совет:**

Абдурахмонов С.А., Бекмурзаев Б.Б., Бибик И.П., Гулямов Б.В., Исоков М.У., Мухиддинов Б.Ф., Норов Ю.Д., Попов Е.Л., Косимов М.О., Раимджанов Б.Р., Рахимов В.Р., Сагдиева М.Г., Саттаров Г.С., Снитка Н.П., Туресебеков 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.

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 корпус,  
Центральное рудоуправление НГМК  
Тел. 8(436) 5770438, 5770354, 5770225  
Факс 8(436) 5721015

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

E.Romanova@cru.ngmk.uz

**Сайт:** http://www.ngmk.uz, www.ziyonet.uz

**Компьютерная верстка:**

Романова Е.Ю., Фурсов А.И.

**Аналитическая группа:**

Леонтьева Н.М., Накарякова О.А., Норов Ж.А., Федянин А.С.

**Дизайн:**

Баннов А.Н.

**Ответственный за публикацию и обновление электронной формы журнала:**

Давлатов Б.Р.

**Оттирировано:**

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

Подписано в печать 17.04.2012 г.  
Тираж 600 экз.

<i>Рузибаев. А.Н.</i> Методика проведения производственных испытаний зубьев ковша экскаватора .....	82
<i>Сайдахмедов А.Ш.</i> Расчёт производственной программы ремонта мельничного оборудования .....	84
<i>Бредихин А.А., Аблаев И.Ш., Нигматулин Д.А.</i> Этапы развития большегрузного автотранспорта и методы повышения его эффективности .....	86
<i>Худойбердиев Ш.М., Джураев Р.У., Хайдаров Ш.Б., Зохилов О.У.</i> Анализ систем воздухораспределения поршневых компрессоров .....	90
<i>Эгамбердиев И.П., Ганиев Ю.У., Улугов Г.Д.</i> Отливки из высокохромистых чугунов для быстроизнашиваемых деталей машин .....	93
<i>Тошов Б.Р., Худайбердиев Ш.М., Джураев Р.У.</i> Энергосберегающие технологии в управлении электроприводов насосных установок .....	96
<i>Тошов Б.Р., Атакулов Л.Н., Худайбердиев Ш.М.</i> Методы и средства управления режимами работы насосных установок в технологии подземного выщелачивания .....	98
<i>Пашахаев Ю.Н.</i> Пути совершенствования горного оборудования .....	101
<i>Мисерханов В.М., Шеко Е.Р., Боровских С.В.</i> Современные технологии энергосбережения при эксплуатации горно-транспортного оборудования .....	102
<i>Рахмонов Ф.Н.</i> Региональная энергетическая политика энергоснабжения .....	105

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

<i>Мислибоев И.Т., Таджиев Ш.Т., Кобилов О.С.</i> Определение критерия допустимой максимальной скорости движения воздуха в подземных выработках при комбинированной разработке месторождений .....	107
<i>Мухамедов А.А., Иногамова Д.А., Мардонов Б.Т.</i> Влияние термической предыстории стали на ее износостойкость при трении качения с проскальзыванием .....	110
<i>Курбанов А.А., Абдурахманов С.А., Ражабов А.А.</i> О свойствах базальта и его волокон .....	113
<i>Сувонов О.О.</i> Математическая модель и алгоритм расчета задачи оптимального управления гидродинамической системой с распределенными параметрами .....	117
<i>Эгамбердиев И.П., Абдуазизов Н.А., Хайдаров Ш.Б., Джураев Р.У.</i> Обоснование оптимальных параметров водоотливных установок .....	121
<i>Атауллаев А.О., Юсупбеков А.Н., Зикриллаев Б.Х.</i> Моделирование вращающегося рефлектора .....	123
<i>Салямова К.Д., Турдикулов Х.Х., Меликулов А.Д.</i> Динамический расчет водоподпорных сооружений с учетом длительного мониторинга .....	125
<i>Ахметов А.А.</i> Исследования технологической схемы работы комбинированной почвообрабатывающей машины .....	129
<i>Ахметов А.А., Атакулов Х.К.</i> Исследование влияния числа зубьев ведущего ротора на показатели работы роторационного бесприводного рыхлителя .....	130

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

<i>Ражабов Б.Ж.</i> О некоторых методологических аспектах управления качеством образования в высших учебных заведениях .....	131
<i>Носирова Ш.Н., Мустафина Э.Ф.</i> Внедрение информационных технологий в образовательный процесс .....	133
<i>Ишмаматов М.Р., Музаффарова Л.Н.</i> Применение проблемно-диалогической технологии в процессе обучения .....	135
<i>Равшанов М., Эргашев И.Ю., Мирзаева М.Н., Нурматова Г.Х.</i> Проектирование терминологических банков данных .....	138
<i>Хайтова О.С.</i> Ёш авлодни тарбиялашда маънавият мезонларининг ўрни .....	141
<i>Хақберdiyeva У.Ф., Мухиддинова Н.В.</i> Ingliz tili zamonlarini formulalardan foydalangan holda o'rgatish .....	143

**TARIX / ИСТОРИЯ**

<i>Рахмонов С.М.</i> Неолит даврида – Учтутда кон ишлари .....	145
<i>Рахмонов С.М., Кулмонов М.А.</i> Ранние формы религии и их отражение в искусстве .....	147

**REKLAMA / РЕКЛАМА**

*На 2 стр. обложки:* «Sandvik»  
*На 3 стр. обложки:* НПО НМЗ  
*На 4 стр. обложки:* «Atlas Copco»

# ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Санакулов К.С., генеральный директор НГМК, докт. техн. наук

Основной причиной, обусловившей сравнительно невысокий уровень эффективности использования сырьевых ресурсов месторождений, является то, что при наличии в извлекаемой горной массе, как правило, нескольких полезных компонентов горные предприятия запрограммированы на получение в подавляющем большинстве только одного вида товарной продукции. Поэтому в отвалах накапливаются значительные запасы минерального сырья.

Идея о комплексном использовании сырья сформулирована в 30-х гг. акад. А.Е. Ферсманом и является следствием его учения о техногенезе, под которым понимается совокупность геоморфологических процессов, вызванных производственной деятельностью человека, соизмеримых по их влиянию с природными геологическими и геохимическими процессами. Эта идея получила свое развитие через последовательную трансформацию сначала в концепцию комплексного освоения месторождений, а затем в концепцию комплексного освоения недр на основе малоотходных и безотходных технологий использования природных месторождений полезных ископаемых и техногенных месторождений, возникших в результате складирования отходов добычи, переработки и использования сырья.

По оценкам экспертов практическая реализация уже разработанных технических решений по освоению техногенных месторождений позволит сократить объем добычи минерального сырья на 20÷30%.

Идея малоотходных и безотходных технологий включает (наряду с соображениями в области ресурсосбережения) также требование нормального функционирования окружающей среды, что обуславливает определенную организацию горноперерабатывающего производства (рис. 1) и предполагает создание условий для вовлечения всех минерально-сырьевых ресурсов природного и техногенного происхождения в хозяйственный оборот с захоронением неминуемых остатков [1, 2]. Создание таких условий с количественной оценкой их характеристик является сложной научно-технической задачей, поскольку на взаимодействующие в процессе освоения месторождений ресурсы оказывают влияние многочисленные факторы.

Различия во мнениях относительно эффективности применяемых методов и средств освоения месторождений обусловили необходимость выработать требования к принимаемым решениям с

точки зрения основных положений экологии и природопользования. Взаимодействие конкретного вида производства с окружающей средой приводит к образованию природно-промышленных систем (рис. 2), среди которых горное производство является наиболее характерным и информативным из них, поскольку оно непосредственно воздействует на природную среду в процессе извлечения полезных ископаемых, причем происходящие изменения природных компонентов зачастую весьма наглядны. Поэтому развитие и функционирование таких систем подчиняется как законам преобразования и совершенствования производства, так и законам экологии и природопользования. Для удобства анализа эффективности управляющих воздействий на природно-промышленную систему в ее структуре выделены три главных иерархических уровня: окружающая природная среда (верхний) → месторождение (средний) → горное предприятие (нижний).

Ядро представляющих для нас интерес основных положений экологии и природопользования (рис. 3) составляет закон внутреннего динамического равновесия, комментируемый четырьмя законами экологии Б. Коммонера.

Закон внутреннего динамического равновесия: вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем и их иерархии взаимосвязаны настолько, что изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально-структурные количественные и качественные перемены, сохраняющие общую сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств систем, где эти изменения происходят, или в их иерархиях.

Первый закон экологии Б. Коммонера - все связано со всем - обращает внимание на всеобщую связь

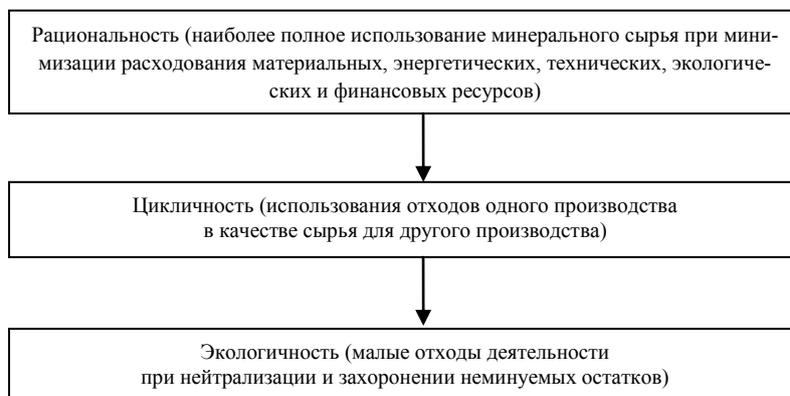


Рис. 1. Принципы организации горноперерабатывающего производства

процессов и явлений в природе. Он близок по смыслу к части сформулированного выше закона внутреннего динамического равновесия.

Второй закон экологии Б. Коммонера - все должно куда-то деваться - также близок к только что упомянутому закону, а также к закону развития природной системы за счет окружающей ее среды, особенно первому его следствию: абсолютно безотходное производство невозможно, поэтому мы можем рассчитывать лишь на его малоотходные варианты.

Третий закон экологии Б. Коммонера - природа «знает» лучше - заключается в том, что, пока мы не имеем абсолютно достоверной информации о механизмах и функциях природы, мы легко вредим природным системам, пытаясь их улучшить. Он призывает нас к предельной осторожности в своих действиях. Каждое вмешательство в природу влечет за собой неожиданные последствия. К тому же технический и научный прогресс веками действовал и продолжает действовать в направлении «постановка проблемы → решение проблемы». И лишь с течени-

ем времени становилось ясно, что любое решение влекло за собой побочные явления, которых, собственно, никто не хотел. Наглядно иллюстрируют эту мысль холодильники, хладагент которых оказался особенно сильным разрушителем озоновой сферы. Поэтому ведутся интенсивные поиски заменителей, которые, сохраняя озоносферу, в свою очередь, могут оказаться вредными для окружающей среды, но уже в других ее областях.

Свой четвертый закон экологии - ничто не дается даром - Б. Коммонер разъясняет так: «...глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно и которое не может являться объектом всеобщего улучшения; все, что было извлечено из нее человеческим трудом, должно быть возмещено» [3]. Эти же проблемы обобщает закон развития природной системы за счет окружающей ее среды: «Воздействие человека на природу требует мероприятий по нейтрализации этих воздействий, поскольку они могут оказаться разрушающими для

остальной природы и, согласно Правилу соответствия условий среды генетической предопределенности организма, угрожают и самому человеку. В связи с этим охрана природы - одна из обязательных составляющих социально-экономического развития человеческого общества».

Основные законы экологии получили свое развитие в функциональных законах и правилах, дополняемых эмпирическими следствиями, с точки зрения которых и рассмотрена практика освоения месторождений.

Закон развития природной системы за счет окружающей ее среды: любая природная система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды. Так, например, добыча полезных ископаемых базируется на информации, получен-

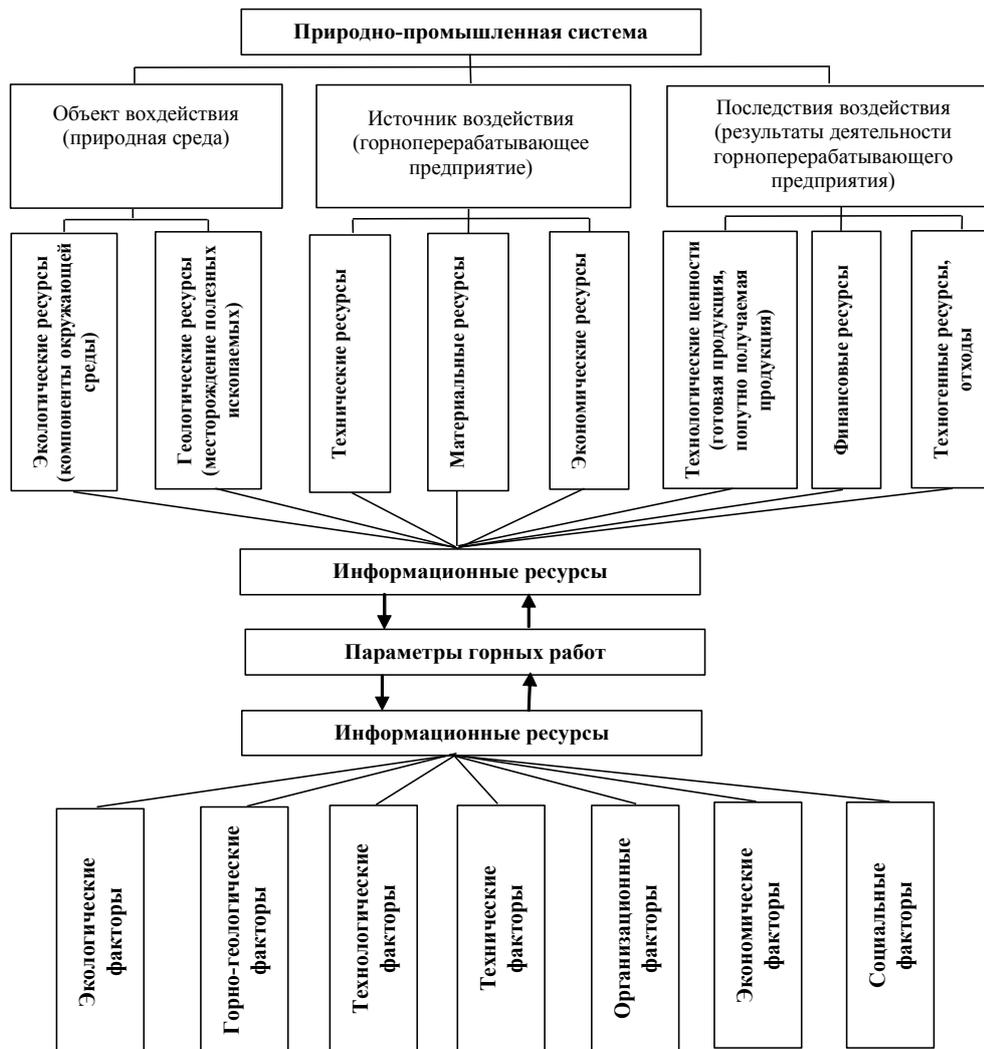


Рис. 2. Структурная схема взаимодействия ресурсов и факторов в природно-промышленной системе

ной при поисково-разведочных работах, и требует постоянного увеличения нарушаемых горными работами недр. Причем объемы этих нарушений многократно превосходят объемы извлекаемого полезного ископаемого. Поэтому основные затраты ресурсов приходится не на полезное ископаемое, а на вмещающие породы и расширение выработанного пространства.

Закон снижения энергетической эффективности природопользования: с ходом исторического времени на получение из природных систем единицы полезной продукции затрачивается все больше энергии. Правильному пониманию этого закона способствует «Принцип удаленности события»: явление, отдаленное во времени и пространстве, кажется менее существенным. В природопользовании этот принцип довольно часто становится основой неверных практических действий. Предполагается, что в будущем на основе научно-технического прогресса проблемы будут решаться легче, чем сейчас. На самом деле потомкам придется платить дороже, о чем убедительно свидетельствует рост затрат на добычу минерального сырья, связанный с ухудшением горно-геологических условий вовлекаемых в разработку месторождений.

Принцип Ле Шателье-Брауна: при внешнем воздействии, выводящем природную систему из состояния устойчивого равновесия, равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется. Этот принцип дополняется Правилем неизбежности цепных реакций: «любое изменение среды неизбежно приводит к развитию природных цепных реакций, идущих в сторону нейтрализации произведенного изменения или формирования новых природных систем». Так, проведение горных выработок нарушает равновесие в земной коре и вызывает противодействие природных сил, направленных на его восстановление. Это противодействие тем больше, чем больше размеры таких выработок. Поэтому для поддержания в устойчивом состоянии системы «горный массив – выработка» требуются значительные материальные и энергетические затраты, что в сложных горнотехнических и гидрогеологических условиях может оказаться неприемлемым.

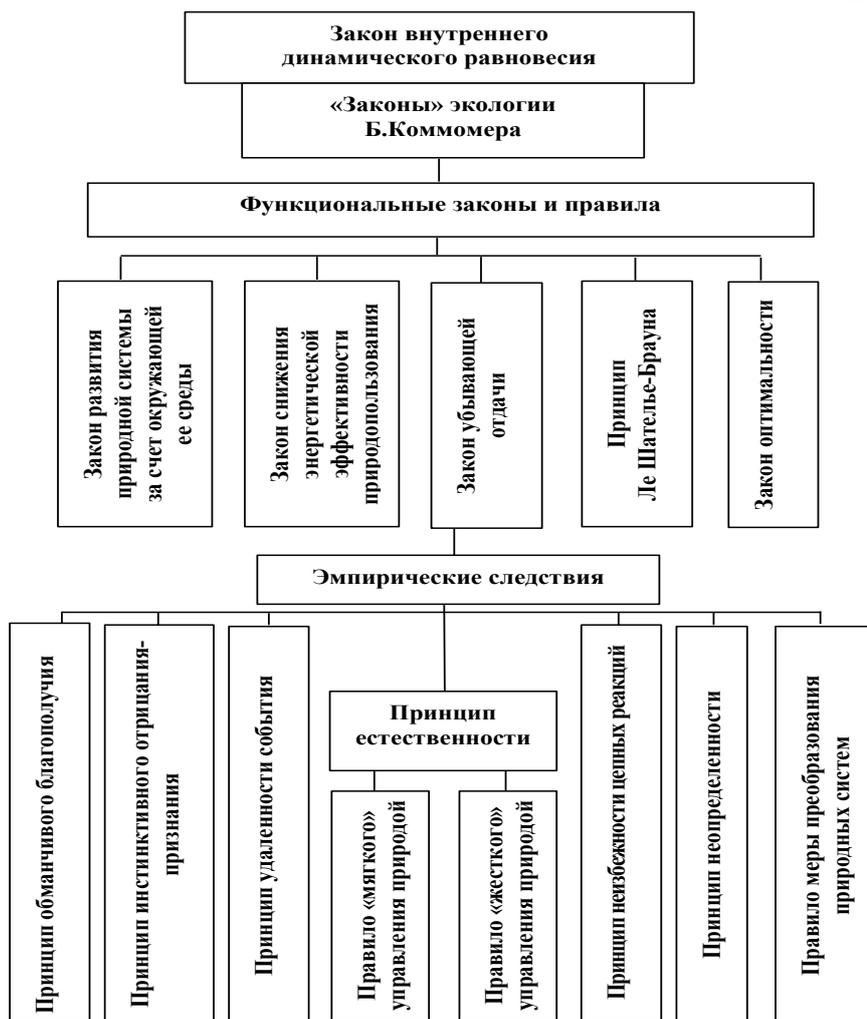


Рис. 3. Структура основных положений экологии и природопользования, положенных в основу стратегии управления предприятием

Закон оптимальности: с наибольшей эффективностью любая система функционирует в некоторых пространственно-временных пределах. «Правило меры преобразования природных систем», конкретизируя закон, гласит: в ходе эксплуатации природных систем нельзя переходить некоторые пределы, позволяющие этим системам сохранять свойство самоподдержания. При определении допустимых пылегазовых выбросов карьерами в зоне их влияния необходимо учитывать общую экологическую обстановку и налагаемые ею ограничения. Величину этих выбросов целесообразно поддерживать в некоторых пределах, выход за которые в меньшую или большую сторону снижает хозяйственную эффективность открытых разработок. Так, при превышении предельно-допустимых выбросов возрастает ущерб окружающей среде и затраты на его компенсацию, а полная ликвидация пылегазовых выбросов экономически неприемлема.

Принцип естественности: технические средства управления природой со временем требуют все большего вложения средств, вплоть до нерациональ-

ности их поддержания, поэтому естественные («мягкие») формы управления в конечном итоге всегда эффективнее технических («жестких»). Это объясняется тем, что «мягкое» (направляющее) управление природными процессами способно вызывать желательные цепные природные реакции (правило «мягкого» управления природой), тогда как «жесткое» управление включает в себя такие реакции, значительная часть которых оказывается экологически, социально и экономически неприемлемыми в длительном интервале времени (правило цепных реакций «жесткого» управления природой).

«Хирургическое» вмешательство в жизнь природных систем, например, искусственное проветривание карьеров при штилях и инверсиях, вызывает действие закона внутреннего динамического равновесия и значительные энергозатраты на создание и поддержание не свойственных ситуации процессов в атмосфере, усиливая действие закона снижения энергетической эффективности природопользования. Как правило, нарушается и закон оптимальности. А поскольку при этом не возникает желательных цепных реакций, то такое вмешательство нейтрализуется самой природной системой.

Распыление в атмосфере карьера воды и снега представляет собой попытку запустить механизм желательных цепных природных реакций, обеспечивающих растворение, коагуляцию, сорбцию и осаж-

дение вредных примесей из воздуха, т.е. протекание процессов, соответствующих природным при дожде, снеге, тумане. Однако для того, чтобы этот механизм работал, требуется постоянное техническое воздействие (распыление воды), которое, тем не менее, на несколько порядков меньше, чем при искусственном проветривании, направленном на изменение естественных процессов (штилей, инверсий). Поэтому при освоении месторождений наиболее предпочтительными являются методы и средства, в основе которых лежат процессы, имитирующие природные явления.

Принцип неопределенности: информация при проведении акций по преобразованию природы всегда недостаточна для априорного суждения о всех возможных результатах осуществляемого мероприятия. Связано это с исключительной сложностью природных систем, их уникальностью и неизбежностью природных цепных реакций, направление которых нередко трудно предсказуемо. Принцип служит важным ограничением в использовании метода аналогий при освоении месторождений, так как аналогия всегда неполная из-за индивидуальности природных систем (рис. 4) [2, 3].

Принцип обманчивого благополучия: первые успехи или неудачи в природопользовании могут быть кратковременными, но приниматься за окончательный результат, получение которого объясняется тем, что вначале имел место некомпенсированный эффект, фактически противоречащий законам природы. Характерным примером действия этого принципа служат результаты экспериментов со струйными вентиляторами на Сибайском и Учалинском карьерах, когда сначала был сделан, а затем опровергнут вывод о возможности разрушения с их помощью внутрикарьерной инверсии, поскольку при более тщательном анализе было установлено, что решающую роль здесь играли не вентиляторы, а изменение метеорологической ситуации в целом.

Принцип инстинктивного отрицания - признания: факты и закономерности, концептуально отрицаемые исследователем, инстинктивно исключаются им из модели, а концептуально признаваемые приобретают больший вес, чем они имеют на самом деле. При исследованиях таких сложных природно-промышленных систем, какими являются горные производства, исследователь, как правило, получает результат, смещенный в сторону субъективно желаемого положения вещей. Анализ основных положений экологии и природопользования, а также имеющегося опыта разработки месторождений различных полезных ископаемых позволил сформулировать требования к решениям по методам и средствам добычи (рис. 4).

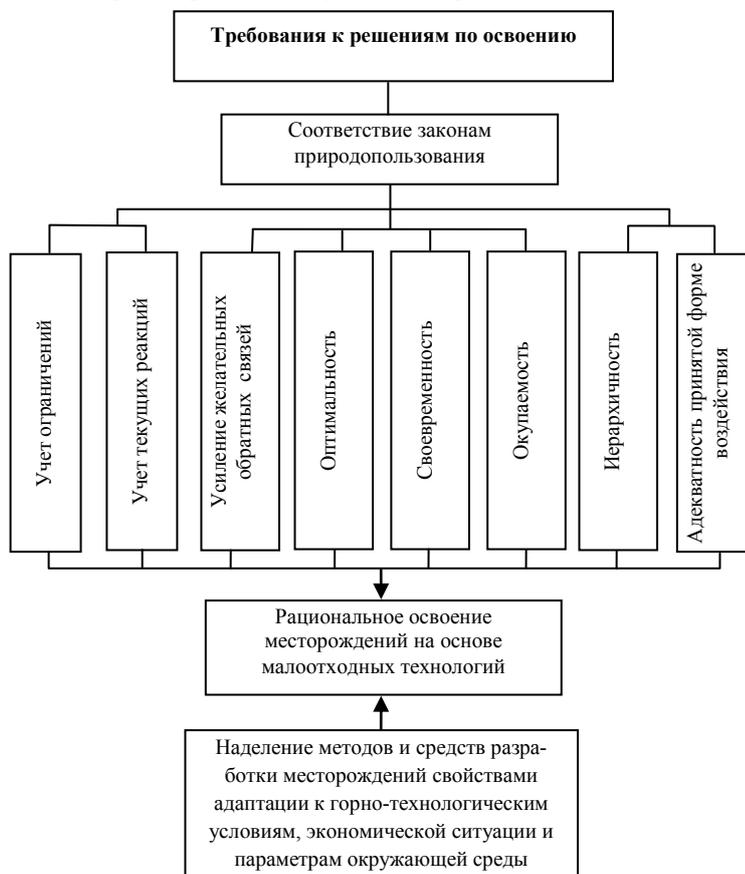


Рис. 4. Схема требований к решениям по освоению месторождений

Эти решения должны учитывать ограничения природно-ресурсного, материального, энергетического, финансового, людского и экологического потенциала и текущие реакции на проводимые мероприятия, что позволяет прогнозировать последствия от их реализации. Решения должны быть направлены на усиление желательных обратных связей, обеспечивать деятельность системы в рациональной области изменения технических, технологических и экономических параметров и выполняться своевременно.

Необходимо также, чтобы решения соответствовали принятой управленческой форме воздействия («мягкая», «жесткая» и т.п.) на природный объект и его иерархическому уровню. Решения должны быть направлены на достижение поставленной цели, а именно: на рациональное освоение месторождений при использовании взаимодействующих ресурсов на уровне, обеспечивающем получение максимальной прибыли. Это достигается приспособлением (адаптацией) геотехнологических методов разработки к условиям месторождений, экономической ситуации и параметрам окружающей среды. Такая адаптация базируется на изучении взаимодействия многообразных факторов горного производства, основой которого являются информационные ресурсы природно-промышленной системы.

Проведён анализ идей, законов, принципов и правил использования сырья через призму горно-металлургических производств. На основе положений экологии и природопользования сформулированы требования к решениям по методам и средствам добычи сырья и его переработки. Сформулированы основные тенденции рационального использования минерального сырья.

В Узбекистане разведаны и в настоящее время эксплуатируются месторождения нефти, газа, газового конденсата, золота, серебра, молибдена, вольфрама, других цветных, редких и рассеянных элементов, урана, различных строительных материалов, пресных и минеральных вод, самоцветных минералов, облицовочных и поделочных камней и многое другое.

Особое место занимает Навоийская область, хорошо известная не только в Узбекистане, но и далеко за его пределами, как крупный узел современной индустрии, прежде всего мощной уран-золотодобывающей промышленности.

Современный мировой рынок переживает время явного дефицита минерального сырья. Запасы месторождений с высоким исходным содержанием и

легкоизвлекаемыми рудами в настоящее время практически истощены, а в разработку вовлекаются труднодоступные по добыче и сложные по переработке руды. Высокие цены металлов на мировом рынке создают благоприятную обстановку для разработки месторождений с низким содержанием полезных компонентов в сложных горно-технологических и природно-климатических условиях, а также вовлечения в переработку минеральных ресурсов техногенного происхождения.

В Алмалыкском и Навоийском горно-металлургических комбинатах в результате многолетней добычи и переработки руд цветных и благородных металлов скопилось более 4 млрд. т. различных отвальных продуктов, содержащих ценные компоненты. В указанных комбинатах, наряду с освоением недр, основная инновационная деятельность направлена на разработку и внедрение в производство технологий извлечения ценных компонентов из техногенных месторождений.

На имеющихся крупных хвостохранилищах указанных комбинатов продолжают природные биологические процессы перехода с одной формы минералов в другие. Микрофлора хвостохранилищ чрезвычайно разнообразна. Как указывается в работе некоторых исследователей, ее представляют в основном гетеротрофные микроорганизмы: *Bacterium Ligefaciens*, *Bacterium album*, *Pseudomonas fluorescens* и *Bacillus brevis*.

В хвостохранилищах и в начале биологических прудов, где невысокое содержание гетеротрофных микроорганизмов, металлы из состава комплексов осаждаются в результате физико-химических процессов и накапливаются в донных отложениях прудков в виде минеральных кислоторастворимых соединений, в то время как в биологических прудках основную роль играют биологические процессы. При этом металлы осаждаются (биокогуляция) в виде устойчивых хелатных соединений – медь на 83%, цинк на 70%, свинец на 60% и другие различные металлы. Органические соединения, переходящие в раствор в результате микробиологического разложения растений способствуют более полному осаждению тяжелых и благородных металлов, в первую очередь, меди и цинка. Осаждение происходит за счет иммобилизации (закрепление) бактерий на частицах дисперсной фазы пульпы.

Поэтому вышеуказанные техногенные месторождения могут являться следующим этапом развития горнорудной промышленности республики.

**Список литературы:**

1. Снурников А.П. Комплексное использование минеральных ресурсов в цветной металлургии. М.: Металлургия, 1986. –384 с.
2. Методы общей бактериологии / Под ред. Герхардта Ф.М.: Мир, 1983. -229 с.
3. Бондарев Л.Г. Ландшафты, металлы, человек. М.: Мысль, 1976. –71 с.

# ОСВОЕНИЕ МАЛОМАСШТАБНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА В СЛОЖНЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ

**Рахимов В.Р.**, профессор ТашГТУ, академик АН РУз, докт. техн. наук; **Шеметов П.А.**, советник генерального директора НГМК, докт. техн. наук; **Федянин А.С.**, начальник ПТО Центрального рудоуправления НГМК, канд. техн. наук

При освоении маломасштабных и техногенных месторождений золота в сложных природных условиях Кызылкумов следует учитывать некоторые особенности социально-экономического и природного характера: наличие крупных горноперерабатывающих комплексов Зарафшанского, Учкудукского, Зармитанского, Амантайтауского, Навоийского с развитой инфраструктурой, способных перерабатывать различные виды золотосодержащего сырья; разнообразие технологических свойств руд и вмещающих пород месторождений; отсутствие дорог, электроэнергии, воды, жилья и т.п. Анализ эксплуатации горноперерабатывающих комплексов Навоийского горно-металлургического комбината с оценкой потенциала транспортных, водно-энергетических ресурсов показывает на наличие не полностью реализованных возможностей по расширению минерально-сырьевой базы вовлечением в отработку маломасштабных месторождений золота. При соответствующей разработке эффективных технологических схем отработки и оборудования в перспективе можно частично компенсировать снижение добычи руд из крупных месторождений путем выбора наиболее оптимальных вариантов широкого вовлечения в промышленную эксплуатацию маломасштабных месторождений, расположенных в зоне влияния крупных горноперерабатывающих комплексов (табл. 1, рис. 1-3).

Таким образом, для дальнейшего роста золоторудного потенциала республики и продления срока устойчивой работы горноперерабатывающих комплексов Навоийского горно-металлургического комбината требуется вовлечение в разработку маломасштабных месторождений золота в сложных природных условиях Кызылкумов.

Традиционные методы проектирования и планирования открытых горных работ, базирующиеся на рассмотрении каждого месторождения в качестве самостоятельного горно-геологического объекта, дают настолько значительные искажения конечного результата, что зачастую расчеты показывают нецелесообразность разработки маломасштабных месторождений как таковых. В связи с этим рекомендован вариант организации переработки золотосодержащего сырья маломасштабных месторождений на основе уже существующих крупных горноперерабатывающих комплексов в качестве базовых заводов. Степень переработки добываемых руд может определяться исходя из техно-

логического типа руды, расстояния до горно-перерабатывающих комплексов, наличия транспортных коммуникаций, электроэнергии, воды и т.п. При этом в зависимости от перечисленных факторов на базовый завод будет подаваться как товарная руда, так и полуфабрикаты различного рода – насыщенные золотом сорбенты, концентрат гравитационного обогащения и т.п. Вовлечение в разработку маломасштабных месторождений с использованием упрощенных форм организации труда и переработкой золотосодержащего сырья на базовых заводах позволяет получить дополнительное количество золота. Это будет способствовать пополнению золотого запаса Узбекистана.

Рассмотрим более подробно организацию разработки маломасштабных месторождений золота на примере Зарафшанского горноперерабатывающего комплекса в качестве базового завода (центра). Согласно существующим классификациям - к маломасштабным месторождениям коренного золота относятся объекты с запасами до 10 t металла. Здесь следует отметить, что ряд выбранных объектов по запасам золота можно

**Таблица 1**

**Систематизация маломасштабных месторождений золота на примере Зарафшанского ГПК в качестве базового завода**

Месторождение	геологические запасы, всего руда, млн.т	свободное золото		
		окисленные руды	открытая отработка руда, млн.т	подземная отработка руда, млн.т
Мурунтау	490,1		393,5	96,6
Мютенбай	79,9		53,3	26,6
Бесапантау	25,3		25,3	
Резервные месторождения				
Бойлик	0,4		0,4	
Триада	5,6			5,6
Аристантау	3,7	3,7		
Балпантау	31,8		31,8	
Тамдыбулак	1,5		1,5	

отности к средним, характеризующимся градацией запасов металла соответственно для рудных месторождений - до 50 т. К сырьевой базе Зарафшанского горно-перерабатывающего комплекса можно отнести, кроме разрабатываемых месторождений Мурунтау, Мютенбай и техногенных ресурсов забалансовых и бедных по содержанию руд, месторождения Бесапантау, Бойлик, Триада, Аристантау, Балпантау, Тамдыбулак, находящиеся в радиусе от 1 до 70 км от базового завода ГМЗ-2, техногенные ресурсы «хвосты» переработки КВ и «вскрыша» карьера Мурунтау, содержащие золото, а также вовлечение в перспективе в переработку руд, находящихся за контуром объединенного карьера «Мурунтау – Мютенбай», подлежащих разработке открыто-подземным и подземным способами. Выполнена систематизация маломасштабных месторождений золота на примере Зарафшанского ГПК в качестве базового завода, представленная в табл. 1. Схема расположения маломасштабных месторождений в районе деятельности завода ГМЗ-2 представлена на рис. 1.

В основу нового подхода положен хорошо зарекомендовавший себя на практике метод зонирования рабочего пространства карьера Мурунтау на природно-технологические зоны. Это обусловлено тем, что в результате 45-летнего строительства карьера Мурунтау горнодобывающий комплекс стал представлять из себя весьма обширный в пространстве (как по площади, так и по высоте) объект. При этом каждая природно-технологическая зона этого объекта по объему разрабатываемой горной массы, количеству извлекаемого металла и его запасам в недрах, применяемым горно-транспортным оборудованием и схемам вскрытия рабочего пространства, удаленности друг от друга и перерабатывающего производства может рассматриваться как самостоятельное месторождение. Разделение карьера на природно-технологические зоны, а зон на выемочные блоки осуществляется по общему функциональному назначению: вскрышные работы, добычные работы с попутной и основной добычей, целевые работы (проведение вскрывающих выработок, создание площадок для внутрикарьерных складов и т.д.). При этом работы в зонах и на блоках выполняются циклично, последовательно прекращаясь и возобновляясь. Изменение приоритета и значимости природно-технологических зон во времени требует периодической корректировки планов их развития, а наличие разнородных грузопотоков – согласованного ведения горных работ. Для решения этих задач на карьере Мурунтау используется метод непрерывного проектирования и планирования горных работ. Все маломасштабные и техногенные месторождения, тяготеющие по своему расположению и вещественному составу руд к переработке на крупном Зарафшанском горноперерабатывающем комплексе, предложено рассматривать как своего рода природно-технологические зоны карьера Мурунтау. При этом выполнение работ в природно-технологических зонах производится без привлечения дополнительного оборудования и персонала.

Высвобождающиеся оборудование и персонал привлекаются из других менее приоритетных на данный момент времени природно-технологических зон.

Очевидно, что моментом ввода в эксплуатацию нового маломасштабного или техногенного месторождения должно стать равновесие между технико-экономическими показателями его отработки и показателями отработки худшей (в этот момент времени) природно-технологической зоны карьера Мурунтау (базовый вариант). При этом на принимаемых на баланс маломасштабных и техногенных месторождениях, так же как и на карьере Мурунтау, должны выделяться природно-технологические зоны (этапы) отработки. За главный критерий разработки природно-технологических зон будем считать максимизацию выпуска золота в целом по Зарафшанскому горноперерабатывающему комплексу.

Рассмотрим пример. Для выбора наиболее рациональной природно-технологической зоны разработки маломасштабных и техногенных месторождений определяем экономическую эффективность нескольких вариантов направлений горных работ и видов транс-

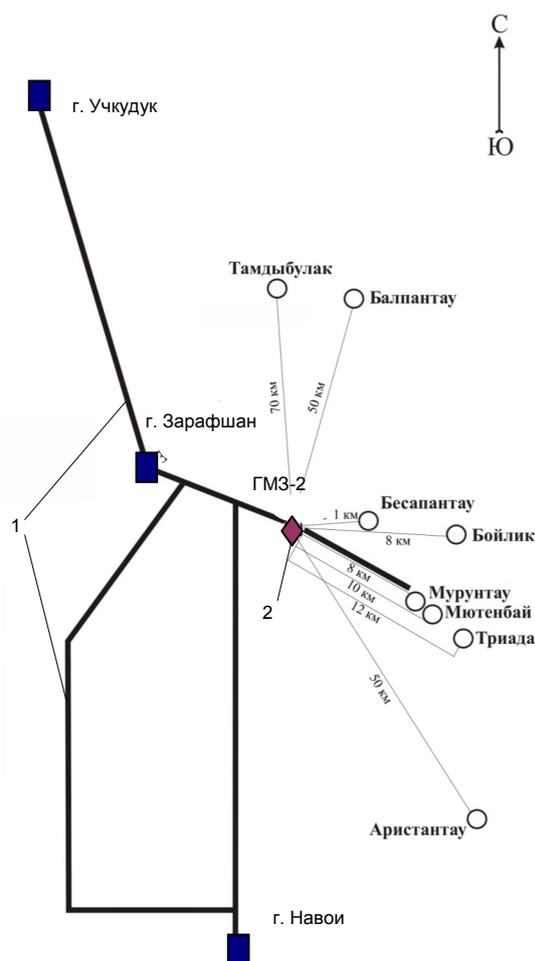


Рис. 1. Схема расположения маломасштабных месторождений в районе деятельности базового завода ГМЗ-2: 1 – существующие транспортные магистрали; 2 – базовый завод (центр)

порта по сравнению с базовым, который применяется на карьере на данном этапе разработки.

На технико-экономические показатели каждого последующего варианта оказывает влияние предыдущая схема направления горных работ, а эффективность предложенных вариантов зависит от технико-экономических показателей базовой схемы на момент ввода новой.

Варианты направления горных работ, предлагаемые на очередном этапе разработки маломасштабных и техногенных месторождений золота, отличаются периодом горного производства и временем ввода их в эксплуатацию. Горные работы ведутся на разной глубине карьеров, следовательно, в момент перехода к каждому предлагаемому варианту направления работ будут различные технико-экономические показатели. При изменении срока перехода изменяются и затраты по предлагаемому варианту направления работ, что влияет на суммарные затраты на разработку месторождения за определенный промежуток времени.

Например, при базовом варианте (1) годовые затраты на разработку горной массы непрерывно возрастают, что имеет место при использовании автотранспорта. Предлагаются два варианта вскрытия (2, 3), которые могут быть введены в эксплуатацию в  $t_1$  и  $t_2$  годах. В периоды строительства ( $t'_1 - t_1$ ) и ( $t'_2 - t_2$ ) затраты по ним складываются из затрат по базовому варианту и затрат на строительство новой. После ввода в эксплуатацию затраты по вариантам снизились. Предположим, затраты на строительство обоих вариантов одинаковые, но более ранний ввод в эксплуатацию первого предлагаемого варианта позволил снизить эксплуатационные затраты по сравнению со вторым в период  $t_1 - t_2$ . Если даже затраты по второму варианту в период  $t_1 - T_k$  окажутся меньше, чем по первому (но в практике горных работ этого не встречается из-за их понижения), то учитывая фактор времени, они могут не перекрыть эффект, полученный по первому варианту в период  $t_1 - t_2$ .

Если сравнить эффективность этих вариантов по приведенным затратам, лучшим может оказаться второй вариант - если у него разница в приведенных затратах по сравнению с базовым больше. При этом эффект, полученный по первому варианту в период  $t_1 - t_2$ , учитываться не будет. Но при суммировании эксплуатационных и капитальных затрат по годам эксплуатации и строительства этот эффект будет виден.

Чтобы оценить два предлагаемых варианта, нужно взять срок рассмотрения их от начала строительства первого ( $t_1'$ ) до года, когда все три варианта исчерпывают себя (приблизительно через 7-10 лет после ввода в эксплуатацию второго).

До начала строительства первого варианта показатели у предлагаемых вариантов одинаковые с базовым, поэтому не стоит рассматривать эти годы. Затраты по вариантам составляют:

$$Z_0 = \sum_{t_1}^{T_k} (S_{0i} + K_{0i}), \quad (1)$$

$$Z_1 = \sum_{t_1}^{t_1} (S_{0i} + K_{0i}) + \sum_{t_1}^{t_1} K_{1i} + \sum_{t_1}^{T_k} (S_{1i} + K_{1i}), \quad (2)$$

$$Z_2 = \sum_{t_1}^{t_2} (S_{0i} + K_{0i}) + \sum_{t_2}^{t_2} K_{2i} + \sum_{t_2}^{T_k} (S_{2i} + K_{2i}), \quad (3)$$

где  $t_1^1, t_1$  - годы начала и окончания создания объектов по первому предлагаемому варианту вскрытия, годы;

$t_2^1, t_2$  - годы начала и окончания создания объектов по второму предлагаемому варианту вскрытия, годы;

$S_{0i}, K_{0i}$  - эксплуатационные и капитальные затраты при базовом варианте в  $i$ -м году;  $S_{1i}, K_{1i}, S_{2i}, K_{2i}$  - эксплуатационные и капитальные затраты в период эксплуатации первого и второго предлагаемого варианта вскрытия в  $i$ -м году.

Предлагаемые варианты должны удовлетворять условию:

$$Z_1 < Z_0, Z_2 < Z_0. \quad (4)$$

Эффективность применения первого варианта по сравнению со вторым составит:

$$\Delta = Z_2 - Z_1. \quad (5)$$

Подставив все значения, получим:

$$\Delta = \sum_{t_1}^{t_2} Z_0 + \left[ \left( \sum_{t_2}^{t_2} K_{2i} - \sum_{t_1}^{t_1} K_{1i} \right) + \sum_{t_2}^{T_k} (Z_2 - Z_1) - \sum_{t_1}^{t_2} Z_{1i} \right]. \quad (6)$$

Разработка маломасштабных и техногенных месторождений в современных условиях возможна лишь при обеспечении быстрой окупаемости капитальных вложений с наименьшими затратами. Для Зарафшанского горноперерабатывающего комплекса в качестве базового центра разработку маломасштабных месторождений предложено вести по параллельно-последовательной схеме отработки группы месторождений природно-технологическими зонами (рис. 2), при этом достигается максимальный индекс доходности при минимальных дисконтированных затратах.

Рассмотрена параллельно-последовательная схема отработки группы месторождений на примере Зарафшанского горноперерабатывающего комплекса в качестве базового центра, обеспечивающая окупаемость капитальных вложений с наименьшими затратами и решенная за счет параллельно-последовательного освоения месторождений в группе. При этом предусматривается цикличное вовлечение в переработку минерального сырья с последовательно снижающимся содержанием и применение дополнительных производственных циклов для выделения из природных и техногенных ресурсов обогащенной части полезного ископаемого. Так, при компактном расположении маломасштабных и техногенных месторождений и относительно однородном качественном составе руд можно применять варианты как совместного, так и

последовательного их освоения. В первом случае руда, добываемая одновременно на нескольких природно-технологических зонах месторождений, перевозится и перерабатывается на базовом заводе, во втором – осуществляется поочередное вовлечение в эксплуатацию месторождений с использованием модульных передвижных обогатительных фабрик и перевозкой концентрата на базовый перерабатывающий завод. Минимального срока окупаемости при минимуме затрат можно добиться, вовлекая в первоочередную разработку те месторождения, для освоения которых требуется меньший объем горно-капитальных работ. Искомый результат достигается разработкой месторождений природно-технологическими зонами с наименьшим коэффициентом вскрыши и максимальным содержанием полезного компонента с получением наиболее высокой извлекаемой ценности.

Рассмотрим решение транспортной задачи. На территории, тяготеющей к Зарафшанскому горно-перерабатывающему комплексу в качестве базового центра, залегают  $N$ -ое количество разведанных маломасштабных месторождений. Качество и содержание ценного компонента в руде для разных месторождений различное со средним содержанием в пределах  $1,10C_6$ , разработку которых предполагается вести открытым способом. Планируется так организовать их работу, чтобы было возможно вести наиболее эффективную эксплуатацию месторождений. Для этой цели существуют два основных варианта ведения работ, связанных с добычей, перевозкой и переработкой руды на заводе:

а) добытая руда из карьера в полном объеме доставляется на завод без предварительной переработки на месте, при этом в зависимости от среднего содержания золота  $r_c$  будет израсходовано  $a_c$  сумов, а извлечение золота будет составлять величину  $bc$ ;

б) добытую руду предварительно обогащают на месте методом кучного выщелачивания, после чего переработанный концентрат доставляется на завод, при этом в зависимости от среднего содержания золота  $r_k$  будет израсходовано  $a_k$  сумов, а извлечение золота будет составлять величину  $b_k$ .

Средние показатели содержания золота в руде  $r_c$  и в концентрате  $r_k$  являются одними из основных факторов, определяющих эффективную работу базового завода. Если содержание поступающей на завод руды будет меньше установленного, то будет происходить удорожание конечного продукта. В обратном случае будет его удешевление, что приведет к экономии средств. По технологическим данным должны быть соблюдены следующие соотношения:  $b_c > b_k$ ,  $a_c > a_k$  и  $r_c < r_k$ .

Перевозку добываемой рудной массы рекомендуется проводить по вышеприведенным вариантам следующим образом. Для первого варианта (а) сумма затрат по перевозке тонны руды от  $i$ -го мелкомасштабного месторождения до  $j$ -го гидрометаллургиче-

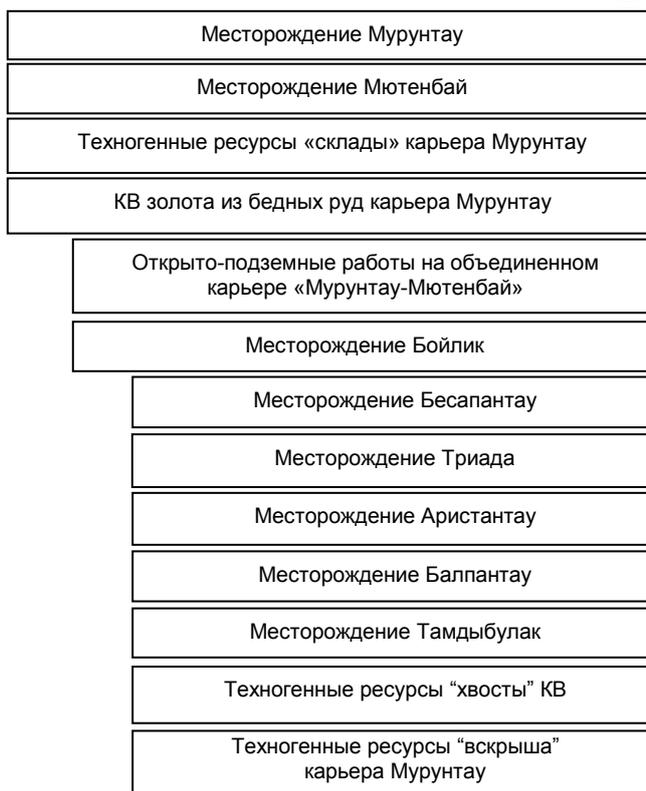


Рис. 2. Параллельно-последовательная схема отработки группы месторождений на примере Зарафшанского горноперерабатывающего комплекса в качестве базового центра

ского завода будет составлять величину  $C_{ij}^c$  сумов. При втором варианте (б) сумма затрат по перемещению обогащенной руды в виде концентрата от  $i$ -го месторождения до  $j$ -го завода будет равна  $C_{ij}^k$  сумов. Обычно  $C_{ij}^k \approx C_{ij}^c$ , однако за счет того, что концентрат по объему намного меньше количества исходной руды, затраты на перевозку концентрированного продукта в целом могут быть меньше, т.е.  $C_{ij}^k < C_{ij}^c$ . Кроме затрат на перевозку рудной массы появляются расходы, связанные с процессом обогащения руды на месте методом кучного выщелачивания. Эти расходы состоят из двух частей:  $e_i^T$  - затраты, связанные только с технологическим процессом кучного выщелачивания руды, и  $e_i^n$  - затраты, связанные с потерями полезных компонентов при кучном выщелачивании.

Выше было отмечено, что  $b_c > b_k$ , отсюда можно определить разницу  $b_n = b_c - b_k$ . Эта разница представляет собой проценты потерь полезных ископаемых при двух вариантах организации работы: по перевозке всей руды и при ее переработке, а также перевозке концентрата с дальнейшей его переработкой.

Если содержание металла в руде на  $i$ -м месторождении составляет  $r_i$ , тогда после проведения обогащения содержание металла будет равно  $r_i \times O_i$ , где  $O_i$  - коэффициент обогащения руды, который устанавливает увеличение содержания металла при обогащении. Этот коэффициент обычно определяется в зависимости от среднего заводского показателя  $r_k$ , куда

отправляется данный концентрат. Для пересчета на 1 t руды показатель  $O_i$  можно не учитывать. Таким образом, если рыночная цена одного грамма золота равна величине  $q$  сумов, то тогда сумма, связанная с потерями металла  $e_i^n$  будет равна

$$e_i^n = \theta \cdot \rho_i \cdot \beta_n. \quad (7)$$

Во сколько раз увеличится содержание золота в концентрате, во столько раз уменьшится общее количество концентрата относительно перерабатываемой руды. Если перерабатывается  $N_T$  руды, то полученное количество концентрата будет равно  $N_T/O_i$ .

Для вычисления суммы затрат на тонну руды, связанных с обогащением и перевозкой рудной массы от  $i$ -го месторождения до  $j$ -го завода можно вывести формулу в следующем виде:

$$C_{ij}^0 = e_i^T + e_i^n + C_{ij}^k/O_i. \quad (8)$$

Затраты на весь технологический процесс обработки тонны руды без предварительного обогащения будут равны:

$$d_{ij}^c = C_{ij}^c + a. \quad (9)$$

Затраты на весь технологический процесс с предварительным обогащением вычисляется по формуле:

$$d_{ij}^k = C_{ij}^k/O_i + e_i^T + e_i^n + a_k(1+b_n)/O_i. \quad (10)$$

Теперь можно решить вопрос о целесообразности применения технологического процесса по вариантам (а) или (б). Если  $d_{ij}^c < d_{ij}^k$ , то целесообразно применять технологический процесс (а), если  $d_{ij}^c \geq d_{ij}^k$ , то - процесс (б). Используя этот критерий, можно оценивать каждое месторождение и находить минимальную стоимость перевозки руды или концентрата  $C_{ij}$ , которые составляют элементы матрицы цен для решения транспортной задачи линейного программирования.

$$C_{ij} = \begin{cases} d_{ij}^c < d_{ij}^k & C_{ij}^c \\ d_{ij}^c \geq d_{ij}^k & C_{ij}^0 \end{cases}. \quad (11)$$

Если величиной  $x_{ij}$  обозначить количество руды, перемещаемого от  $i$ -го месторождения до  $j$ -го завода, то можно ввести следующие ограничения для этих переменных:

$$\sum_{i=1}^N x_{ij} \leq M_j^3 \quad j = 1, 2, 3, \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^3 x_{ij} \leq M_i^m \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (13)$$

где:  $M_j^3$  - мощность каждого  $j$ -го завода;

$M_i^m$  - производственная мощность  $i$ -го карьера.

Общие затраты определяются по следующей формуле:

$$Z = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^3 C_{ij} \cdot x_{ij} + \alpha_c \cdot U^c + \alpha_k \cdot U^k \cdot (1 + \beta_n) O_i, \quad (14)$$

где:  $U^c$  - количество руды, переработанной по варианту (а), t;

$U^k$  - то же по варианту (б), t.

При этом должны выполняться следующие равенства:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^3 x_{ij} = U^c + U^k. \quad (15)$$

Они являются балансовыми критериями для решения транспортной задачи.

Таким образом, сформулирована транспортная задача следующего характера: требуется найти такие значения показателей  $x_{ij}$ , удовлетворяющих критериям (12) - (13) и (15) и дающие минимальные значения для целевой функции (14).

На основе вышеприведенной методики составлена программа расчетов на ЭВМ для выбора оптимальных вариантов освоения маломасштабных месторождений. К исходным данным относятся расстояния от месторождений до базового завода, содержание в руде и концентрате, извлечение на заводе и в карьерах при кучном выщелачивании, расходы на извлечение металла из руды на заводе и переработки концентрата, затраты на кучное выщелачивание при технологическом процессе и потери из-за недоизвлечения золота при этом способе.

В результате расчетов определены распределения маломасштабных месторождений по вариантам их освоения. Для вариантов, различающихся между собой по разнице извлечения золота соответственно в условиях завода и на карьерной площадке при процессе кучного выщелачивания, взяты крайние показатели при извлечении металла.

При первом варианте эта разница составляет 15%, при втором - 40%. То есть при 95% извлечении золота на заводе, в карьере соответственно в первом случае извлекается 70%, а во втором - соответственно 55%.

Также был рассчитан и третий вариант с применением новых принципов по переработке руды на месте. При этом разница в извлечении на заводе и на местах уменьшается до 0%. Этот вариант отличается тем, что руды маломасштабных месторождений перерабатываются на месте по упрощенным или неполным технологическим схемам.

Таким образом, установлено, что для маломасштабных месторождений Беспантау, Бойлик, Триада необходимо применять технологический процесс (а), предусматривающий перевозку всей добытой руды до базового завода, т.е. руда из карьера доставляется на ГМЗ-2 без предварительной переработки в полном объеме. При уменьшении разницы между степенью извлечения на заводе и в карьере возрастает число маломасштабных месторождений Балпантау, Тамдыбулак, Аристантау, руду которых более выгодно перерабатывать в концентрат методом кучного выщелачивания - процесс (б).

Как пример, рассмотрим вариант вовлечения в разработку маломасштабного месторождения Бойлик, на который имеется рабочий проект. Месторождение планируется разрабатывать одноименным опытно-промышленным карьером. Карьер Бойлик рассматривается как своего рода природно-технологическая зона карьера Мурунтау. Выполнение горных работ на карьере Бойлик производится оборудованием и персоналом, привлеченным с других, менее приоритетных на данный момент времени природно-технологических зон карьера Мурунтау.

Объемы горной массы, подлежащие выемке составляют 1 720 тыс. м<sup>3</sup>, руды – 620 тыс. т. Максимальная глубина опытно-промышленного карьера Бойлик составляет 70 м; ширина и длина карьера по поверхности соответственно 200 м и 380 м. На рис. 3 представлена финальная форма карьера Бойлик.

Параметры системы разработки: высота (рабочего) уступа – 10 м; угол откоса рабочего уступа – 70°; углы откосов бортов карьера – 35-55°; ширина предохранительных берм – 10 м. Принята транспортная система разработки с перемещением пород вскрыши во внешний отвал на расстояние 1 км. Расстояние транспортирования руды на временный склад балансовых руд от карьера Бойлик составляет 4 км. Со склада вся добытая руда отгружается в железнодорожный транспорт и отправляется на базовый завод ГМЗ-2.

При разнице в извлечении 40% ни на одном из объектов не целесообразно применять метод кучного

выщелачивания. Разницу в извлечении 0% можно достичь за счет применения современных технологий по совершенствованию метода кучного выщелачивания или новых принципов по переработке руды на месте залегания по упрощенным или неполным технологическим схемам.

При разных значениях разницы в извлечении золота на базовом заводе и на месте залегания следует, что с уменьшением разницы в извлечении сокращается расстояние, при котором выгодно на базовый завод перевозить концентрат, а не рудную массу. При увеличении содержания металла на месторождении возрастает граница, когда доставка руды на базовый завод осуществляется в виде концентрированного продукта.

Обоснование мест сооружения модульных передвижных обогатительных фабрик в пределах зон влияния базовых заводов носит методологический характер и не имеет цели жесткой привязки к географическим пунктам в связи с передвижным характером модулей. Для обоснования мест сооружения передвижных модулей кроме характеристик самих маломасштабных месторождений привлечены данные по расположению в структуре горных отводов НГМК линий ЛЭП и водоводов, транспортных артерий и жилых поселков, содержащих определенный потенциал трудовых ресурсов.

Так, в пределах зон влияния базового завода ГМЗ-2 рекомендовано сооружение передвижных модулей в районе месторождения Тамдыбулак для дробления

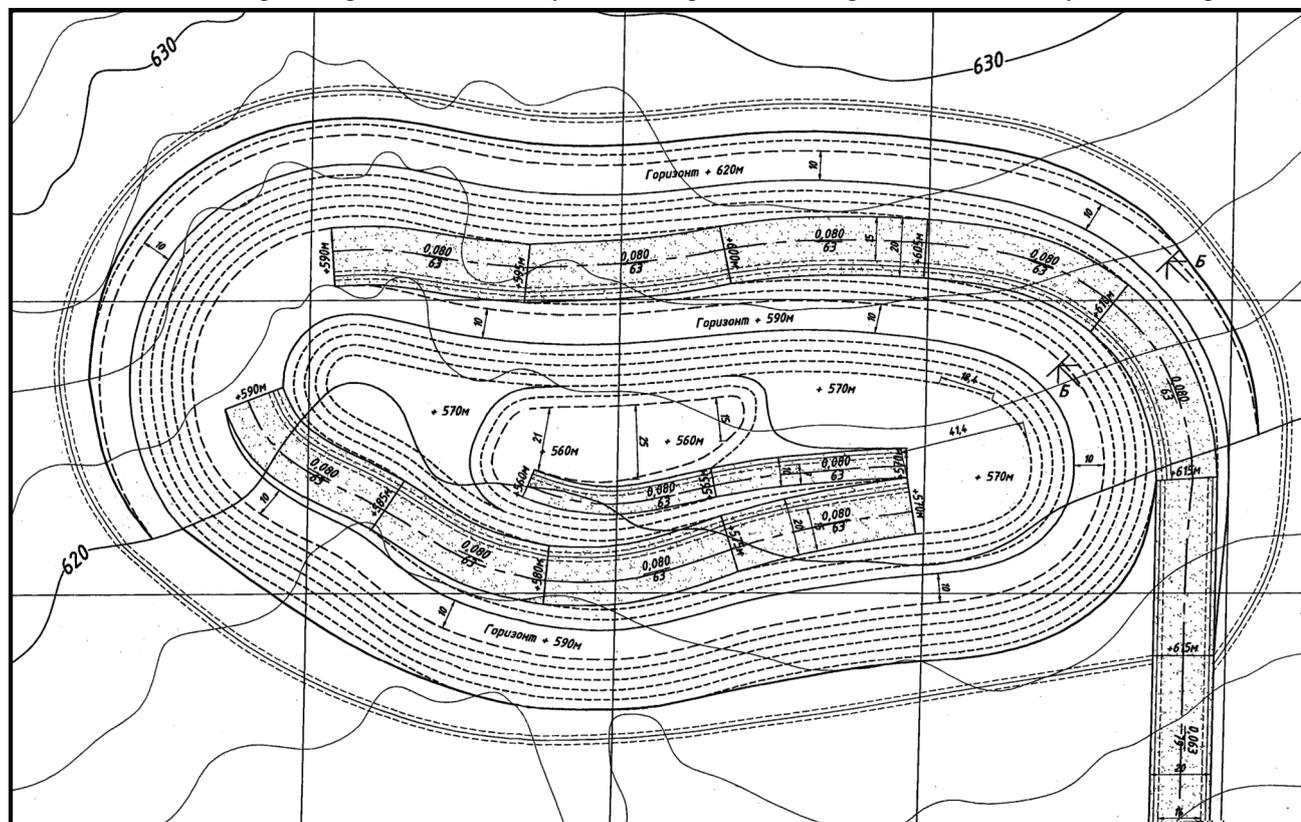


Рис. 3. Финальная форма карьера Бойлик

руды и подготовки концентрата из маломасштабных месторождений Тамдыбулак, Балпантау, являющихся дополнительной сырьевой базой рудника Мурунтау. Разнообразие технологических свойств руд на маломасштабных и техногенных месторождениях золота обуславливает необходимость применения компактных перерабатывающих комплексов с широкими технологическими возможностями.

При этом необходимо учитывать, что при разработке золоторудных месторождений, помимо товарной руды, направляемой для переработки на базовый завод, остается значительное количество забалансовой руды, переработка которой на базовом заводе экономически нецелесообразна. Такую руду следует переработать до полуфабрикатов непосредственно в районе добычи, используя для этих целей модульные установки и комплектные технологические линии.

В целом, разработана математическая модель выбора наиболее оптимальных вариантов освоения маломасштабных месторождений золота, различающихся способом переработки добываемой руды. Предложены следующие варианты:

- добытая руда из карьера в полном объеме доставляется на завод без предварительной переработки на месте;

- добытую руду предварительно обогащают на месте методом кучного выщелачивания, после чего переработанный концентрат доставляется на завод;

- руду после добычи направляют к ближайшим промежуточным модулям, где происходит ее обогащение по неполным технологическим схемам, затем полученный концентрат доставляется на завод.

В результате расчетов установлены:

- технико-экономические параметры разработки маломасштабных месторождений;

- распределение маломасштабных месторождений по вариантам их освоения;

- зависимости расстояния между базовым заводом и месторождениями от содержания в них металла при различных значениях разницы в извлечении золота на заводе и на местах.

С уменьшением разницы в извлечении сокращается расстояние, при котором выгодно на завод перевозить концентрат, а не рудную массу, при этом с увеличением содержания металла на месторождении возрастает граница доставки руды на базовый завод в виде концентрата;

- определены условия применения компактных перерабатывающих модулей, подбираемых с учетом конкретных горно-геологических и горнотехнических условий и факторов. Даны рекомендации по наиболее оптимальным местам сооружения перерабатывающих модулей.

Таким образом, основные критерии разработки маломасштабных и техногенных месторождений золота, расположенных в зоне влияния крупных горноперерабатывающих комплексов определяются факторами цены за металл и горно-технологическими условиями их отработки. Суммарный экономический эффект достигается с учетом рентабельности перевозки руды или концентрата на базовый перерабатывающий завод. Результатом является дальнейший рост золоторудного потенциала республики, продление срока устойчивой работы горноперерабатывающих комплексов Навоийского горно-металлургического комбината с их адаптацией к новым экономическим условиям.

УДК 622.235.2-5

© Шеметов П.А., Бибик И.П. 2012 г.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БВР ПРИ ВЗРЫВАНИИ ВЫСОКИХ УСТУПОВ

Шеметов П.А., советник генерального директора НГМК, докт. техн. наук; Бибик И.П., зам. главного инженера Центрального рудоуправления НГМК, канд. техн. наук

Применение взрывчатых веществ (ВВ) с регулируемой объемной концентрацией энергии взрыва, пригодных для заряжания сухих и обводненных скважин, в комплексе с комбинированной конструкцией зарядов позволяет решать практически любые технологические задачи буровзрывных работ (БВР) имеющимся парком буровых станков. Это обстоятельство способствует увеличению высоты уступов, что позволяет сократить количество и протяженность транспортных горизонтов, увеличить угол откоса борта, повысить интенсивность горных работ в глубоких карьерах. При этом повышаются технико-экономические показатели открытых горных работ. Однако на уступах высотой 30÷40 м

условия работы первых рядов скважинных зарядов ухудшаются. Соответственно ухудшается проработка подошвы уступа и массива взрывом. Качество проработки подошвы уступа зависит от перебура. В методиках расчета параметров БВР его величина определяется по диаметру скважины или по величине линии наименьшего сопротивления (*W*). Второй метод предпочтительнее, т. к. кроме диаметра заряда при определении перебура в скрытом виде участвуют физико-механические свойства горных пород, трещиноватость массива, свойства ВВ, сетка скважин. При рациональных параметрах БВР во всем диапазоне изменения крепости скальных горных пород при сетке скважин

от 5×5 м до 7×7 м величина перебура первого и последующих рядов принимается равной от 1 м до 2 м. Так при сетке скважин  $a \times b = 5,65 \times 5,65$  м, высоте уступа  $H = 15$  м, диаметре скважины  $d = 215,9$  мм, вместимости ВВ в 1 м скважины  $P = 32,6$  кг/п.м, удельном расходе ВВ  $q = 0,8$  кг/м<sup>3</sup>, угле откоса уступа  $\alpha = 80^\circ$  и линии наименьшего сопротивления по подошве уступа  $L = C + H/\text{tg}80^\circ = 5,65$  м, т.е. при  $L = a = b$  расчетная величина перебура первого и последующих рядов принимается 1,5 м. Такой перебур при высоте уступа 15 м обеспечивает качественную проработку подошвы уступа в зоне действия зарядов первого и последующих рядов скважин. При переходе к отбойке руды высокими (более 15 м) уступами условия работы заряда в перебуре существенно изменяются, поэтому выбор величины перебура первого ряда скважин является более ответственным, особенно при повышенной величине линии сопротивления по подошве. При больших ЛСПП чаще всего пороги на почве уступа могут образоваться при взрывании зарядов первого ряда, т. к. заряд в скважине первого ряда дробит дополнительный объем горной породы, сечение которого на рис. 1 представлено заштрихованным треугольником. Необходимо увеличить глубину перебура на такую длину, чтобы в ней разместился заряд ВВ, необходимый для дробления дополнительного объема горной породы.

Из рис. 1  $H/h = (L-C)/(L-b_1)$ . Откуда  $h = H(L-b_1)/(L-C)$ . Дополнительный объем  $\Delta V = 0,5h(L-b_1)a$ . После подстановки  $h$  и преобразований имеем  $\Delta V = 0,5aH(L-b_1)^2/(L-C)$ . Дополнительный заряд ВВ, необходимый для дробления дополнительного объема  $\Delta Q = 0,5KaQH(L-b_1)^2/(L-C)$ , где  $K = 1,2$  - коэффициент удаленности заряда ВВ от дробимого объема;  $q$  - удельный расход ВВ. Дополнительная величина перебура  $\Delta l_{\text{пер}} = \Delta Q/P$ , где  $P$  - вместимость ВВ в одном метре скважины. Подставляя в полученное выражение значение  $\Delta Q$ , получаем величину перебура скважин первого ряда при  $L > b_1$   $l_{\text{пер},1} = 1,5 + 0,5KaQH(L-b_1)^2/P(L-C)$ .

При бурении наклонных скважин по первому ряду для уменьшения ЛСПП нужно увеличивать перебур и во втором ряду, т.к. у него возрастает сопротивление по подошве. Бурить скважины с перебуром больше 3,5 м рискованно. Если расчетная величина  $l_{\text{пер},1} > 3,5$  м, то следует применять другие способы преодоления больших ЛСПП.

Исследования по интенсификации технологических процессов БВР позволили решить эту задачу. Для этого разработана технология взрывания высоких уступов (патент на изобретение РФ № 2244252 от 10.01.2005 г.), сущность которой заключается в следующем. Отбойку горных пород ведут парами расходящихся скважинных зарядов. При этом одну скважину в каждой паре бурят перпендикулярно к подошве уступа, а вторую - в сторону откоса уступа с наклоном к его подошве. Угол наклона скважины и предельная высота уступа определяются по формулам:

$$\beta = \arctg \frac{1,13H}{d_s} \sqrt{\frac{q}{\gamma}} \cdot \text{град}; \text{ и } H = \frac{2d_s \sqrt{\frac{\pi \cdot \gamma}{q}} - 2c}{2 \cdot \text{ctg} \alpha} \cdot \text{м},$$

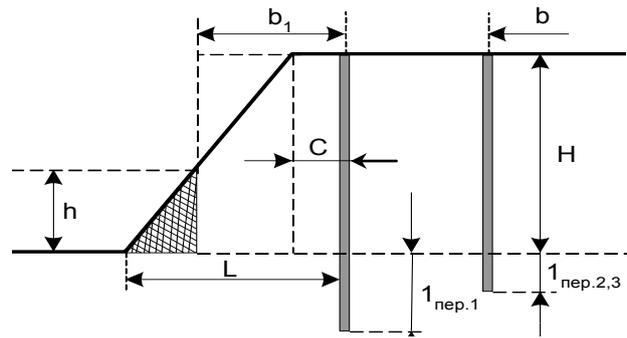


Рис. 1. Схематический разрез обуренного блока:  $b$  - расстояние между рядами скважин;  $H$  - высота уступа;  $C$  - расстояние от скважины до бровки уступа;  $h$  - высота дополнительного объема породы;  $1_{\text{пер},1}$ ,  $1_{\text{пер},2,3}$  - величина перебура первого, второго и последующих рядов скважин;  $b_1 = (ab)^{0,5}$ ;  $a$  - расстояние между скважинами в ряду;  $L$  - линия сопротивления по подошве

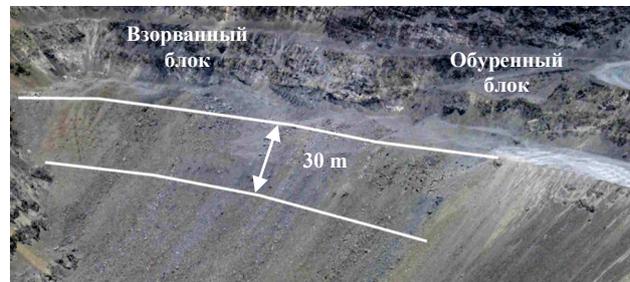


Рис. 2. Результаты натурального эксперимента по взрыву 30 метрового уступа

где  $\alpha$ ,  $\beta$  - соответственно угол откоса уступа и наклона скважины в пучке;

$H$  - высота уступа, м;

$d_s$  - диаметр заряда, эквивалентного по энергии суммарному заряду в пучке скважин, м;

$q$  - удельный расход ВВ, кг/м<sup>3</sup>;

$\gamma$  - плотность заряжения ВВ в скважине, кг/м<sup>3</sup>;

$c$  - берма безопасности, м.

Эффективность разработанной технологии взрывания высоких уступов проверена экспериментально при расконсервации западного борта карьера Мурунтау (рис. 2).

Подлежащий отработке участок борта карьера включал четыре уступа по 15 м, которые при эксперименте были объединены в два уступа высотой по 30 м. Диаметр скважин - 250 мм. Сетка скважин - 7×7 м. Удельный расход ВВ - 0,95 кг/м<sup>3</sup>. В паре расходящихся скважин заряд ВВ размещался в вертикальной и наклонной ( $\beta = 65^\circ$ ) скважинах. Изучение гранулометрического состава взорванной горной массы фотопланиметрическим методом показало, что средний размер кусков взорванной горной массы не превышает 22÷25 см (в аналогичных условиях на уступах высотой 15 м - 27÷30 см).

Таким образом, применение расчета определения величины перебура первого ряда скважин при переходе к отбойке руды высокими (более 15 м) уступами и технологии взрывания расходящимися скважинными зарядами позволяет повысить эффективность БВР.

## ФЛАГМАНУ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН РУДНИКУ МУРУНТАУ – 45 ЛЕТ

Халикулов Э.Х., директор Центрального рудоуправления НГМК; Кравченко Ф.А., начальник рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК

Уникальное по запасам золота месторождение Мурунтау разрабатывается с 1967 г. Его руды относятся к золото кварцевому типу и характеризуются высоким извлечением золота при переработке руды по гравитационно-сорбционной схеме. Зарафшанский золотоизвлекательный комплекс сегодня занимает ведущее положение в экономике НГМК и служит производственной базой для отработки новых научных идей и технологий. Карьер Мурунтау на протяжении многих лет и сегодня является крупнейшим горноперерабатывающим предприятием, сотрудничающим со многими зарубежными компаниями и реализовавшим передовые технологии добычи скальных руд на базе новейшего оборудования.

Отработка карьера ведётся очередями (табл. 1). В настоящее время горные работы на карьере Мурунтау ведутся в границах четвёртой очереди разработки до глубины 630 м (глубина карьера в данный момент составляет 555 м), по которым карьер Мурунтау объединяется с карьером Мютенбай (проектная глубина 300 м) и становится единым карьером, а в перспективе 5 очередь разработки до глубины 1000 м комбинированным открыто-подземным способом.

На протяжении всего периода эксплуатации месторождения передовые технологии и инновационные решения позволяли стабильно наращивать производительность по выемке горной массы и отгрузке руды на ГМЗ-2 (рис. 1).

С 1997 г. в карьере Мурунтау внедрена автоматизированная система управления автотранспортом (АСУАТ), которая на основе современной спутниковой навигационной системы (GPS-система) в полном объёме решает задачи управления экскаваторно-автомобильным комплексом, а также автоматическое решение задач распределения и маршрутизации автосамосвалов между пунктами погрузки (ЭКГ, ФРП) и разгрузки с целью минимизации простоя указанных механизмов и обеспечения их эффективной работы. Внедрены и получили развитие автоматизированные системы «Руда» и «САПР горного производства» с модернизированными подпрограммами «Бурпро», «Сортовой план» и «АС руда», а также программы построения математической модели месторождения, оптимальной формы карьера и календарного графика его развития.

Разработан и внедрён в эксплуатацию комплекс автоматизированных систем проектирования и управления работами по обеспечению качества добываемо-

го сырья, минимизации потерь и разубоживания сырья. Управление развитием рабочего пространства карьера на основе его разделения на автономно работающие технологические зоны дало возможность сократить текущие объёмы вскрыши на 10÷12%, переход на новую для карьера технологию отработки рудных зон сокращает потери золота на 0,8÷1,2%.

Высокие темпы понижения и наращивание интенсивности ведения горных работ обуславливали необходимость ввода в рабочую зону карьера выемочно-погрузочного оборудования большой единичной мощности, в связи с этим их количество снизилось (рис. 2). Так, на смену экскаваторам ЭКГ-4,6 (1967 – 1982 гг.) в 1975 г. пришли ЭКГ - 8И, затем в 1986 – 1993 гг. появились экскаваторы: ЭКГ-10, ЭКГ-12,5, ЭКГ-15. С 1993 г. началось техническое перевооружение горно-транспортного комплекса карьера: внедрены самосвалы САТ-785 (136 т) и R-170 (170 т), а в начале отработки четвёртой очереди с 1996 г. – гидравлические экскаваторы САТ-5230, EX-3500, RH - 170 (15÷17 м<sup>3</sup>). Дальнейшим развитием (2003 г) стал ввод в эксплуатацию самосвалов САТ-789 (190 т) и электрогидравлических экскаваторов RH-200 (26 м<sup>3</sup>), в 2009 г. гидравлические экскаваторы EX-3600 (21 м<sup>3</sup>).

На смену буровым станкам 2 СБШ-200 (1967-1976 г.) в 1974 г. пришли СБШ-250 МН. На основании комплекса исследований и промышленных работ по бурению взрывных скважин определены оптимальные параметры БВР для каждого типа пород, различными типами долот и рекомендованы режимные па-

Таблица 1

Объёмы извлеченной горной массы по карьере Мурунтау

Показатели	Очереди понижения карьера				Перспектива, 5-я очередь до 2025 г.
	1-я 1967-1971 гг.	2-я 1972-1976 гг.	3-я 1977-1995 гг.	4-я с 1996 г.	
Абсолютная отметка	+345 м	+200 м	+100 м	-75 м	-
Глубина карьера, м	250	360	460	630	900-1000
Объём горной массы, 10 <sup>6</sup> м <sup>3</sup>	169	602	845	1362	1600
Производительность, 10 <sup>6</sup> м <sup>3</sup> /год	8,0	24,0	41,8	50,0	20-25

Таблица 2

Основные инновационные проекты, обеспечивающие устойчивое развитие карьера Мурунтау

Технологические процессы горного производства	Инновационный проект и год внедрения	Эффективность проекта
Управление качеством рудного потока в процессе погрузочно-транспортных работ	Автоматизированная система управления авто-транспортом (АСУАТ) (1997 г.)	На основе современной спутниковой навигационной системы (GPS - система) в полном объеме решает задачи управления экскаваторно-автомобильным комплексом.
Планирование горных работ	Автоматизированные системы «Руда» и «САПР горного производства» с модернизированными подпрограммами «Бурпро», «Сортовой план» и «АС руда» (1998 г.)	Реализуют автоматизированное вычисление и построение с выводом на графопостроитель сортовых планов, которые используются для набора объемов по руде и металлу при определении порядка отработки выемочных блоков. Системы предусматривают селективную выемку руд различных сортов с делением их на богатые, балансовые, бедные, забалансовые, минерализованную горную массу и породу.
Буровзрывные работы	Создание собственного производства (завода) ЭВВ; приобретение смесительно-зарядных машин; освоение технологии производства взрывов с использованием ЭВВ (2002 г.)	Отказ от импорта серийных промышленных ЭВВ; механизация и автоматизация производства ЭВВ, погрузочно-разгрузочных работ, зарядки скважин. Снижение себестоимости взрывных работ в 1,5÷2 раза, снижение выхода негабарита на 10 %.
Экспресс анализ проб	Центральная лаборатория гамма-активационного анализа (1977 г.)	Главное достоинство – экспрессность. Цикл анализа составляет 17 с, процесс полностью автоматизирован.
Выемочно-погрузочные работы	Применение экскаваторов большой едичной мощности ЭКГ-15, САТ-5230, ЕХ-3500, ЕХ-3600, RH-170, RH-200 (1993-1996 г.)	Поддержание производительности карьера при увеличении глубины отработки свыше 500 м
Транспортирование горной массы	<b>Автомобильный транспорт</b> Освоение самосвалов САТ-785В, САТ-777D, САТ-789С, R-170, БелА3-7513, БелА3-7555, БелА3-75131 (1993-1997 г.)	Поддержание производительности карьера по руде при увеличении глубины отработки до 600-750 м
	<b>Конвейерный транспорт</b> Применение в комплексах ЦПТ конвейеров с шириной ленты 2000 мм производительностью 7000 t/h (1984 г) Ввод в эксплуатацию крутонаклонного межступенного перегружателя с высотой подъема горной массы 30 м производительностью 3460 t/h. (2007 г)	Сокращение расстояния транспортирования горной массы автотранспортом. Увеличение производственной мощности карьера по горной массе на 30%
	Ввод в эксплуатацию крутонаклонного комплекса с высотой подъема горной массы 270 м производительностью 3500 t/h (2011 г)	Поддержание производительности карьера по руде при увеличении глубины отработки до 1000 м
Отвалообразование	Технология формирования высоких отвалов на неоднородном основании	Сокращение расстояния перевозки горной массы и уменьшение нарушения земной поверхности

раметры бурения, позволившие повысить выход горной массы с 1 п.м. и производительность буровых работ, за счёт чего был уменьшен парк буровых станков. На рис. 3 приведено количество буровых станков и погонных метров за время эксплуатации карьера Мурунтау. Как видно из рис. 3, начиная с 2001 г., количество буровых станков уменьшается с 24 ед. и в 2011 г. составляет 12 ед., а производительность остаётся на том же уровне.

Введённая в эксплуатацию центральная лаборатория гамма-активационного анализа (ЦЛГАА) позволила в рекордно короткий период (17 s) определять содержание золота в руде, и за год в настоящее время лабораторией производится обработка около 900000 анализов проб.

В основе метода лежит принцип активации материала проб высокоэнергетическими гамма-квантами, получаемыми в результате торможения на мишени мощного электронного пучка от линейного ускорите-

ля ЛУЭ-8 (с энергией ускоренных электронов 8 МэВ), и последующего измерения наведённой в пробе активности.

Начиная с 1995 г., в рудной зоне карьера, для повышения эффективности рудоподготовки в системе «карьер - гидрометаллургический завод», начали производить массовые взрывы с увеличенным удельным расходом ВВ. Благодаря этому, производительность экскаваторов, дробильного и измельчительного оборудования значительно возросла.

Внедренные и получившие развитие инновационные проекты на карьере Мурунтау, представлены в табл. 2. В табл. 3 приведены типы, показатели работы экскаваторов и автосамосвалов в карьере Мурунтау. Как видно из табл. 2, 3 технологические процессы горного производства совершенствуются за счёт обновления карьера новейшими высокопроизводительными горными машинами и оборудованием, что позволяет обеспечить плановые объёмы

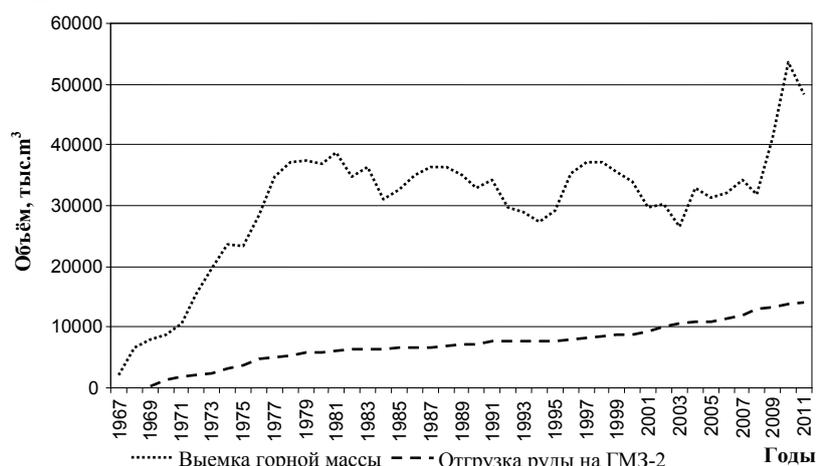


Рис. 1. Динамика объёмов выемки горной массы и отгрузки руды на переработку с начала эксплуатации карьера Мурунтау

добычи и устойчивое развитие карьера Мурунтау на долгие годы. За годы независимости Узбекистана осуществлено практически полное и глубокое техническое перевооружение горных машин карьера Мурунтау, что позволило увеличить объёмы добычи руды в 2 раза (рис. 1). Из рис. 3 видно, что с начала эксплуатации на карьере Мурунтау работали различные типы автосамосвалов, при этом производился анализ эффективности каждого типа, и дальнейшее обновление парка производилось наиболее экономичными и производительными для данных горно-геологических условий.

В результате на сегодняшний день наиболее производительными и эффективными являются самосвалы CAT-789 и Юклид R-170 (табл. 3).

В 1984 г. на карьере Мурунтау введён в эксплуатацию комплекс циклично - поточной технологии (ЦПТ). Совершенствование и развитие комплекса ЦПТ карьера Мурунтау характеризуется несколькими этапами его технологической, технической и организационной модернизации, обеспечившей максимальную годовую производительность по горной массе до 22,3 млн. m<sup>3</sup>. Проведённая модернизация позволила снизить себестоимость транспортирования за счёт снижения расстояния транспортирования горной массы (в среднем на 3,0 km), а также значительно снизить затраты на разработку внешних рудных складов забалансовой руды.

На основании комплекса исследований и опытно-промышленных работ по формированию высоких отвалов на неоднородном основании определены оптимальные. Внедрение технологии формирования высоких отвалов (с 60 до 110 m) позволило значительно сократить расстояние транспортирования горной массы автотранспортом и уменьшить степень нарушения земной поверхности.

Важной вехой в развитии открытой разработки месторождения Мурунтау стал ввод в эксплуатацию в начале 2011 г. крутонаклонного конвейерного комплекса КНК-270. Уникальность данного проекта состоит в том, что впервые в мире для скальных месторождений будет применяться прямоточная перегрузка из конвейера в железнодорожный транспорт. В настоящее время проводится отладка схем подачи руды КНК-270 в ж/д составы и выход на проектную мощность планируется осуществить в течение 2012 г.

Эффективность внедрения КНК-270 в карьере Мурунтау обусловлена: уменьшением расстояния транспортирования товарной руды автомобильным транспортом в среднем на 3,5 km и высоты подъёма на 285÷320 m; снижением расхода дизельного топлива, численности персонала (водителей и ремонтников), пылегазовых выбросов в атмосферу карьера и окружающую среду; сокращением удельных капитальных и эксплуатационных затрат по сравнению с типовыми конвейерами соответственно на 20-50%, занимаемой площади рабочей зоны – на 25-50%; эксплуатацией каждого вида транспорта в области рационального соотношения высоты и расстояния перемещения горной массы. За 2011 г. комплексом КНК-

Таблица 3

Типы и показатели работы экскаваторов и самосвалов применяемых в карьере Мурунтау

Показатель	Экскаваторы							
	CAT-5130	CAT-5230	EX-3500	EX-3600	RH-200	ЭКГ-10	ЭКГ-12,5	ЭКГ-15
Производительность достигнутая, тыс. m <sup>3</sup> /год	2978	4093	3534	3566	4800	2200	2300	2500
Вместимость ковша, m <sup>3</sup> : «геометрическая» «с шапкой»	11,7 13,9	15,1 18,3	13,7 17,7	19,3 21	20,6 26,3	10 12,5	12,5 15	15 19,3
Количество на 1.01.2012 г.	2	1	1	2	2	12*	2	8
Самосвалы								
Показатель	Юклид R-170		CAT-785B		CAT- 789		БелАЗ-75131	
Производительность достигнутая, m <sup>3</sup> /год	718,9		640		1009,4		497,3	
Грузоподъёмность максимальная, t	172		150		190		136	
Количество на 1.01.2012 г.	5		9		20		53	

Примечание: \* 6 экскаваторов ЭКГ-10 задействованы на перегрузочных пунктах карьера

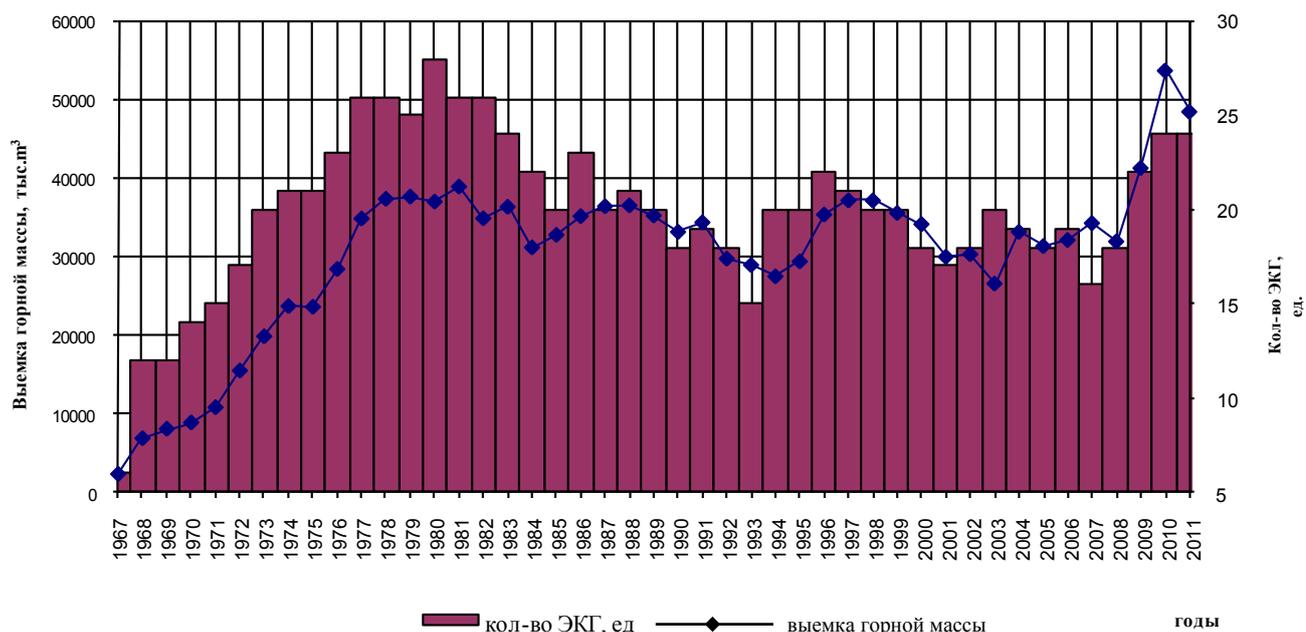


Рис. 2. Объёмы по выемке горной массы и количество экскаваторов на карьере Мурунтау с 1967 по 2011 г.

270 отгружено 2393 тыс.м<sup>3</sup> горной массы. Максимальная достигнутая производительность 458 тыс. м<sup>3</sup>/мес.

В соответствии с инвестиционным проектом в течение 2009-2012 ведётся интенсивная постановка юго-восточного борта в проектное положение и строительство траншеи (13,5<sup>0</sup>) для перестановки КЛ-2 в новое положение. В 1 квартале 2012 г. планируется завершение горных работ по проходке конвейерной траншеи и сдача земляного полотна под строительство площадок и фундаментов дробильно-перегрузочного пункта комплекса «ЦПТ-порода».

В связи с этим предусматривается значительное изменение схем транспортирования горной массы с использованием конвейерного транспорта, за счёт ввода в эксплуатацию ДПП-3 КЛ-2 в составе «ЦПТ-порода» на гор.+405 м. В настоящее время ведётся эксплуатация четырёх пунктов перегруза горной массы с автомобильного на конвейерный транспорт в карьере: ДПП КНК-270, ДПП-1 и 2 и ДШЗ.

С целью отработки рудного тела на южном борту карьера, законсервированного действующим комплексом ЦПТ, с 2010 г. производятся работы по демонтажу инженерных сооружений ЦПТ (выбывших из эксплуатации фундаментов ДПП-3 и ДПП-4 комплекса ЦПТ).

В результате чего ликвидированы полностью железобетонные фундаменты ДПП-3, путепровод между ДПП-2 и ДПП-3. Частично

ликвидирована верхняя часть сооружений ДПП-4, а также путепровод между ДПП-3 и ДПП-4.

Работы по их разрушению в настоящее время продолжаются. Разрушение железобетонных фундаментов ДПУ производится скажинными и шпуровыми зарядами. Для заряжания шпуров применяются патронированные ЭВВ типа Nobelit-216Z, скажинные заряды ЭВВ типа Нобелан. В результате специалистами рудника «М» была освоена технология и опыт по ликвидации инженерных сооружений ЦПТ. Эта проблема была решена собственными силами без привлечения сторонних организаций.

Так как с увеличением глубины карьера содержание полезного компонента в руде снижается, поэтому существенные резервы выполнения плана по выпуску

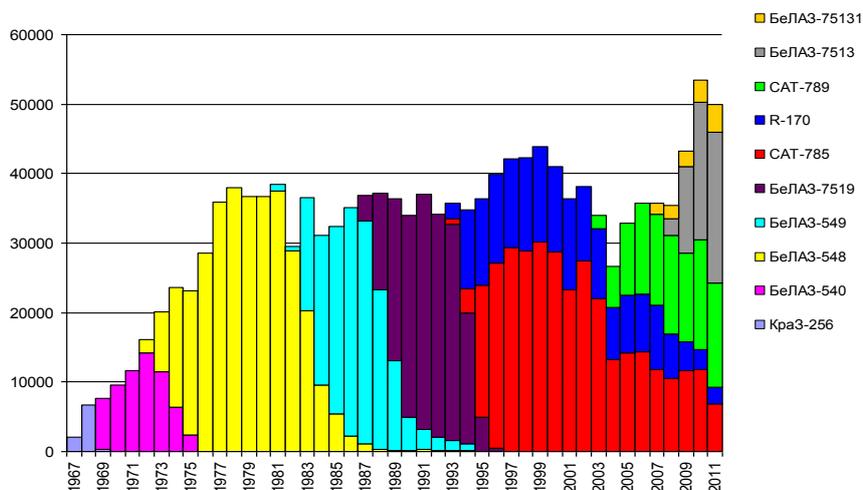


Рис. 3. Объёмы ( тыс. м<sup>3</sup>) перевезённой горной массы по типам самосвалов с начала эксплуатации (по годам)

золота найдены специалистами комбината в выборе и управлении стратегией разработки месторождения за счет маневрирования производительностью горноперерабатывающего комплекса Мурунтау. Государственный заказ по выпуску золота выполняется путем увеличения объема переработки забалансовой руды в результате роста производительности гидрометаллургического завода при соответствующем сокращении добычи балансовой руды и уменьшении за счет этого объемов выемки горной массы в карьере.

Ориентация на переработку забалансовой руды была принята в качестве перспективного направления с самого начала разработки месторождения, для чего велись раздельная добыча и складирование товарной забалансовой руды и вскрышной породы. Использование наиболее дешевых запасов заскладированных забалансовых руд позволило увеличить объемы переработки на ГМЗ-2 в соответствии с рыночной конъюнктурой без увеличения вскрышных работ в карьере.

В ближайшей перспективе для выполнения плановых показателей по отгрузке в переработку необходимого качества и количества руды планируется вовлечение в разработку локальных месторождений спутников таких как Бойлик, Бесопантау, Триада и т.д. А также расширения сырьевой базы за счет отработки заскладированной руды (минерализованной горной массы) с меньшим содержанием золота. Так как зна-

чительная часть золотосодержащих руд находится за пределами контура карьера IV очереди развития, то дальнейшую отработку запасов месторождения Мурунтау планируется производить открыто-подземным способом.

В связи с этим, в рамках реализации инвестиционного проекта «Отработка запасов опытно-промышленного блока с устройством выхода в борт карьера», на нижних горизонтах восточного дна карьера в 2012 г. планируются работы по обустройству портала в месте выхода в карьер шахтной выработки, а также произвести обустройство площадок под размещение шахтного портала на средних горизонтах восточного борта карьера. Параллельно с этим планируются научно-исследовательские работы по подготовке концептуальных положений для проектирования V очереди развития карьера Мурунтау. Что позволит производить отработку запасов месторождения ещё около 30 лет.

Сохранить производственный потенциал и оснастить горноперерабатывающий комплекс новой техникой и передовыми технологиями стало возможным благодаря взвешенной политике правительства по реорганизации политической и экономической системы Узбекистана, в результате чего достигнуто общегосударственное, общенациональное согласие, обеспечена социальная стабильность в обществе.

УДК 622.27-3;622/235-5

© Халикулов Э.Х. 2012 г.

## СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ПРИКОНТУРНЫХ ЗОНАХ КРУПНЫХ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ УЗБЕКИСТАНА

Халикулов Э.Х., директор Центрального рудоуправления НГМК

Глубина крупных карьеров Мурунтау и Кальмакыр приблизилась и превысила отметку соответственно в 600 и 450 м. Это не окончательная их глубина, имеются предпроектные варианты дальнейшего развития карьеров Мурунтау и Кальмакыр до глубины 900÷1000 м. Практика показала, что экранирование приконтурной зоны от массовых взрывов в карьерах с применением обычных способов взрывания вызывает значительные нарушения законтурного массива, что приводит к выполаживанию откосов уступов и требует дополнительных затрат на их искусственное укрепление или разнос бортов с целью восстановления транспортных берм на предельном контуре карьера. Таким образом, с увеличением глубины разработки крупных карьеров серьезной про-

блемой является поддержание устойчивости откосов уступов и их бортов (табл. 1, рис. 1-2).

Горно-геологическая характеристика крупных карьеров Узбекистана - Мурунтау и Кальмакыр - на глубоких горизонтах имеет характерные общие особенности - это сложная геологическая текстура, представленная различными направлениями плоскостей наслоения, складчатость и пространственная система трещин различных размеров и густоты, поэтому физико-технические свойства, структура горных пород и гидрогеология в значительной мере определяют параметры технологии экранирования приконтурной зоны от массовых взрывов.

Золоторудное месторождение Мурунтау представлено метаморфизированными песчаниками и

алевролитами углисто-кварцевого состава, переслаивающимися со слюдисто-кварцевыми, кварц-хлоритовыми и углисто-слюдистыми сланцами. Развита тектоническая нарушения различной ориентации. Промышленные руды сосредоточены, в основном, в трех крупных залежах, главным структурным элементом которых являются секущие кварцевые крутопадающие жилы, локализующиеся в трещинах отрыва и группирующиеся в субширотные системы. Коэффициент крепости по шкале М.М. Протодяконова для сланцев и алевролитов равен  $f=7\div 13$ , песчаников  $f=9\div 14$ , кварцевых жил и массивных роговиков  $f=12\div 15$ . Характерно наличие интенсивной микротрещиноватости, плотность руд и вмещающих пород -  $2,6\text{ t/m}^3$ , коэффициент разрыхления - 1,5.

Медномolibденовое месторождение Кальмакыр представлено осадочными: песчаники, известняки; изверженными: кварцевые порфиры, гранодиорит-порфиры, сиенито-диориты, диориты и метаморфическими породами: вторичные кварциты. Руды прожилково-вкрапленные. Горные породы имеют интенсивную сеть трещин, разбивающих массив на мелкие и крупные блоки. Коэффициент крепости по шкале М.М. Протодяконова  $f=10\div 14$ , плотность руд  $2,6\div 2,8\text{ t/m}^3$ , пород -  $2,4\div 2,6\text{ t/m}^3$ , коэффициент разрыхления - 1,5. С учетом трещиноватости породы по взрываемости условно разделены на 3 категории: легковзрываемые ( $f=6\div 8$ ) - сильно трещиноватые сиениты, гранодиоритпорфиры, сиенито-диориты; средневзрываемые ( $f=8\div 12$ ) - мелко и среднетрещиноватые с сульфидным оруденением, вторичные кварциты, гранодиоритпорфиры, измененные сиенито-диориты; трудновзрываемые ( $f=10\div 16$ ) - слаботрещиноватые, крупноблочные, плотные вторичные кварциты.

На карьерах Мурунтау и Кальмакыр для повышения устойчивости откосов уступов и бортов карьеров при их выходе на проектный контур применяется предварительное щелеобразование. Бурение скважин заоткоски на карьере Мурунтау производится станками шарошечного бурения СБШ-250МН-32 с диаметром долота 215,9 и 244,5 мм. На карьере Кальмакыр бурение отрезной щели при выходе на проектный контур производится станками пневмоударного бурения СБУ-100Г диаметром 105 мм, глубина бурения до 32 м. При этом на карьере Мурунтау производится взрывание приконтурной зоны шириной не менее 50 м от капитального борта, первоначально взрываются наклонные скважины экранирующей щели как отдельно от скважин основного блока, так и вместе с основным блоком, интервал замедления между взрывами наклонных скважин экранирующей щели и скважин основного блока не менее  $75\div 100\text{ ms}$ . Суммарный вес взрываемых зарядов ВВ на одно замедление при взрыве скважин основного блока не превышает 2500 кг. Наклонные скважины экранирующей щели обуриваются строчкой через  $2,0\div 3,0\text{ m}$  диаметром  $150\div 250\text{ mm}$ . С целью исключения разрушения горной массы на глубоких горизонтах от взрыва заря-

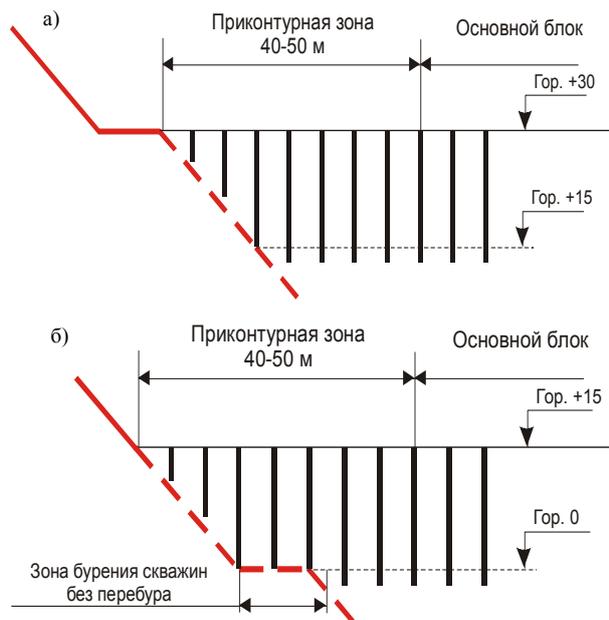


Рис. 1. Параметры БВП в приконтурной зоне на бермовом (а) и надбермовом (б) горизонтах карьера Мурунтау

дов в перебура взрывных скважин в районе предохранительной бермы бурение ведется с надбермового горизонта без перебура на удалении от конечного контура уступа кратном расстоянии между рядами скважин в сетке, но не менее ширины предохранительной бермы (рис. 1).

При этом, в связи с увеличенной объемной концентрацией энергии ЭВВ, в нижней части скважины проработка подошвы достаточна для выдерживания экскаваторами проектной отметки. Кроме того, исключение перебура положительно сказывается на расположении заряда в массиве, т.к. колонка заряда поднимается без увеличения удельного расхода ВВ (на  $1,5\div 2\text{ m}$  в зависимости от сетки скважин). На карьере Кальмакыр при предварительном щелеобразовании взрывание контурных зарядов производится с опережением во времени в 100 мсек по отношению к взрыву зарядов рыхления, угол наклона скважин контурного ряда -  $55^\circ$ . Бурение скважин осуществляется без перебура.

В качестве ВВ применяется патронированное ВВ диаметром 32 мм, массой 0,25 кг. Масса ВВ в одном метре скважины принимается в зависимости от крепости и состояния массива пород, а также с учетом опыта работ в данных условиях до 0,9 кг. Расстояние между скважинами в ряду 0,9 м [1].

Удельный вес буровзрывной подготовки горного массива к экскавации в общем технологическом комплексе горного производства составляет на карьерах Мурунтау 20% и Кальмакыр - 6%. При этом повышенные затраты на БВП по карьере Мурунтау объясняются оптимизацией параметров взрывного дробления в системе «карьер - завод» и абразивностью горных пород, из-за которой ходимость шаро-

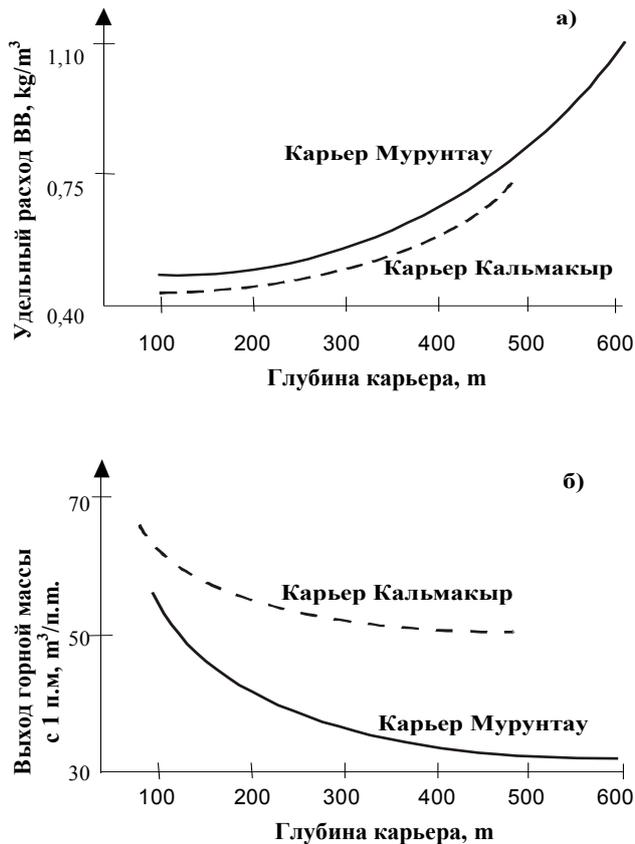


Рис. 2. Зависимости изменения удельного расхода ВВ (а), выхода горной массы с 1 п.м. (б) от глубины карьеров Мурунтау и Кальмакыр

шечных долот на карьере Мурунтау составляет 400÷550 м, в то время как на карьере Кальмакыр 700÷1025 м. Производительность буровых станков

СБШ-250МН-32 за счет проведенной модернизации выросла на 3,5% по карьере Мурунтау и до 10,0% по карьере Кальмакыр: усовершенствована головка бурового снаряда с установкой нового редуктора вращателя; заменены контакторы включения электродвигателя компрессора и пускателей управления электродвигателей хода бурового станка на бесконтактные тиристорные схемы управления; исключены из схемы электрооборудования электроцепи подогрева масла; изменена конструкция обдува электродвигателя – вращателя; установлена маслостанция с увеличенной производительностью насосов, повышающая скорость вспомогательных операций и тем самым скорость бурения. Мачта увеличена на 4,5 м дополнительной надставкой с размещением в ней штанг длиной 12 м, позволяющих обуривать 10-метровые уступы без наращивания бурового става, а 15-метровые - с одним наращиванием вместо двух и более в серийном станке, что позволяет увеличить производительность бурения до 20%. Взаимосвязь глубины карьеров Мурунтау и Кальмакыр с удельным расходом ВВ, выходом горной массы с 1 п.м. представлена на рис. 2 [1].

На промплощадках карьеров Мурунтау и Кальмакыр построены заводы по производству соответственно ЭВВ и ВВВ, т.е. изготовление ВВ приближено к месту производства взрывных работ. На карьере Мурунтау применяется ЭВВ типа Нобелан 2060 - 2090 (механическая смесь ANFO и эмульсионной матрицы от 60%/40%, до 90%/10%) для ведения взрывных работ по сухим скважинам и ЭВВ типа Нобелит 2000 - 2050 (механическая смесь ANFO и эмульсионной матрицы от 00%/100%, до 50%/50%, сенсibilизированной газогенерирующими добавками) для ведения взрывных работ по сухим и обводненным скважинам. Загрузка компонентов и приготовление смесового ЭВВ необходимой рецептуры с последующей зарядкой скважин выполняется смесительно-зарядными машинами. На заводе ведется производство патронированных ЭВВ Нобелит-216Z с диаметром патронов 36-90 мм.

На карьере Кальмакыр применяются ВВВ: Эмульгит-30 и Эмульгит-50 для взрывания сухих скважин, Эмульгит-60 для взрывания обводненных скважин. Состав ВВВ – аммиачная селитра 90%, дизельное топливо, олеиновая кислота, аммиак водный, стеклянные микросферы. Для боевиков применяется Эмульгит -100 ГЛ. Зарядка скважин осуществляется специальными зарядными машинами [1, 2].

В карьере Мурунтау для транспортирования породы и руды используется ЦПТ с автомобильно-конвейерным транспортом и наклонными конвейерами ( $\alpha=15^{\circ}$ ) нормального исполнения с двумя стационарными дробильно-перегрузочными установками, обеспечивая эффективную работу карьера до глубины 350÷400 м. Введенный в эксплуатацию крутонаклонный конвейер (КНК-270) с высотой подъема руды или породы 270 м, производительно-

**Таблица 1**

**Мероприятия уменьшающие степень воздействия взрывных работ на охраняемые объекты**

Объекты охраны	Методы охраны	
	Экранирование	Управление энергетическими характеристиками ВВ
- поверхностные сооружения горного предприятия; - борта карьера и земная поверхность; - подземные выработки; - целики	- контурное взрывание (последовательное, предварительное); - порядок отбойки и интервал замедления	Расчет безопасных параметров ВВ <ul style="list-style-type: none"> <li>- количество ВВ;</li> <li>- тип ВВ;</li> <li>- порядок отбойки;</li> <li>- интервал замедления;</li> <li>- пространственное расположение зарядов</li> </ul>

стью 16,0 млн. т/год и углом наклона крутонаклонной части 37° позволяет рассчитывать на использование поточного звена до глубины 800÷850 м. На нижних уступах карьера Кальмакыр гор +420÷565 горная масса отгружается экскаваторами на автомобильный транспорт с последующей доставкой ее на перегрузочные пункты и отгрузкой экскаваторами на железнодорожный транспорт. В средней части карьера на гор +565÷760 экскаваторы ведут отгрузку горной массы непосредственно на железнодорожный транспорт. Дальнейшая отработка нижних горизонтов карьера Кальмакыр связана с намечаемой в будущем внедрением ЦПТ. Введение в рабочую зону глубоких карьеров стационарных и мобильных сооружений, перегрузочных пунктов, обуславливает необходимость разработки дополнительных технических решений по сейсмотехнологии взрывания в приконтурных зонах карьеров и уменьшающие степень воздействия взрывных работ на охраняемые объекты (табл. 1).

В настоящее время достигнут значительный прогресс в области экранирования приконтурной зоны от массовых взрывов в карьерах. Однако не решен ряд ключевых вопросов, связанных с выбором рациональных параметров технологии экранирования приконтурной зоны, прогнозной оценкой и выбором методов повышения эффективности специальной технологии заоткоски уступов в глубоких карьерах. При этом сохранилась недооценка действия взрыва на законтурный массив, где раскрытие природных трещин и необратимые межблочные подвижки, вызванные массовыми взрывами, приводят к снижению устойчивости откосов и, следовательно, к необходимости их дорогостоящего крепления, либо выполаживанию. Одним из наиболее существенных недостатков является то, что требования устойчивости не учитываются при выборе параметров БВР. Влияние специальных методов ведения БВР на устойчивость откосов уступов и бортов карьеров лишь констатируется после выполнения работ.

В этих условиях первоочередной задачей решения проблем при разработке глубоких карьеров является применение комплексных технологических решений, обеспечивающих снижение взрывного воздействия массовых взрывов на защищаемые объекты и повышающих эффективность открытой разработки [1,2].

При этом отмечаются следующие основные тенденции развития БВР в глубоких карьерах Узбекистана:

- вовлечение в разработку месторождений с измененными горно-геологическими условиями, рас-

тет влияние глубины карьеров на сопротивляемость руд взрывному разрушению, повышается обводненность и трещиноватость горных пород, что приводит к увеличению затрат на БВР;

- изготовление ВВ на местах производства работ, что сокращает затраты на транспортирование, подготовку и проведение массовых взрывов с практически полной механизацией изготовления, транспортировки и заряжания ВВ;

- применение комбинированных видов транспорта автомобильно – конвейерно - железнодорожного с вводом на глубокие горизонты инженерных сооружений (дробилок, перегрузочных пунктов и т.п.), повышает требования к параметрам технологии экранирования сейсмоактивных зон от массовых взрывов в глубоких карьерах.

Таким образом, на карьерах Мурунтау и Кальмакыр определены предельные значения углов откосов уступов и бортов карьеров. Внедрена технология экранирования приконтурной зоны от массовых взрывов в карьерах. Определены параметры экранирующей щели на высоту уступов 15, 30 и 45 м. Взрывание скважин экранной щели осуществляется шланговыми ВВ. В карьере Мурунтау создан специальный буровой станок, позволяющий бурить скважины на глубину от 40 до 60 м под углами 45, 55, 65, 70 и 75°, диаметром 190, 215 и 245 мм. На карьере Кальмакыр бурение отрезной щели при выходе на проектный контур производится станками пневмоударного бурения СБУ-100Г, диаметром 105 мм, с глубиной бурения до 32 м. Перечисленные инновационные технические решения, реализованные в Навоийском и Алмалыкском ГК, направленные на повышение устойчивости откосов уступов и бортов карьеров, позволили на протяжении многих лет стабильно наращивать производство золота и меди. Увеличение глубины горных работ и введение в рабочую зону карьеров таких сложных инженерных сооружений, как дробильно-перегрузочные пункты, конвейерные линии ЦПТ, КНК и др., предопределили ряд дополнительных требований к безопасному производству взрывных работ в сейсмоактивных зонах.

Поэтому при постановке бортов карьеров в проектные контуры и производства взрывных работ в сейсмоактивных зонах необходимо осуществлять снижение воздействия массовых взрывов на защищаемые объекты и тыльную часть массива, что определяет целесообразность разработки и обоснование параметров технологии экранирования приконтурной зоны от массовых взрывов в глубоких карьерах.

#### Список литературы:

1. Шеметов П.А., Бибик И.П., Исаков М.М. Современное состояние и проблемы буровзрывных работ в глубоких рудных карьерах Узбекистана // Горный Вестник Узбекистана № 4 2010 с.12-19.
2. Демич Л. М., Рубцов С. К., Шеметов П. А. Интенсификация взрывного дробления руды и пород в карьере Мурунтау. Сб. научно-технических статей. Теория и практика разработки месторождения Мурунтау открытым способом, Ташкент, ФАН АНРУз, 1997, с.70-75.

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРЕ МУРУНТАУ

Леу С.В., главный инженер Центрального рудоуправления НГМК; Лунин С.В., главный инженер рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК; Сидоров Е.Ю., зам. главного инженера по БВР рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК

Развитие технологии проведения взрывных работ в карьере Мурунтау неотрывно связано с постоянным их совершенствованием на базе применения самой современной техники (табл. 1-3, рис. 1).

В 1966 г., после строительства базисного склада взрывчатых материалов, 1 марта 1967 г., на карьере Мурунтау был произведен первый массовый взрыв.

Из года в год увеличивалось количество взрывчатых материалов в одном взрыве. Так, если в 1967-1969 гг. оно не превышало 100 т, то через 10 лет произошло увеличение до 350 т, а в одном массовом взрыве используются до 800 т взрывчатых веществ. В середине 70-х годов на карьер поступили три зарядные машины СУЗН-3А и ЗС-1, которые могли заряжать промышленные ВВ типа Граммонит 79/21, Гранулит АС-4, что также позволило использовать на взрывных работах аммиачную селитру для изготовления игданитов. Для их погрузки на станции «Прикарьерная» был построен специальный железнодорожный тупик, где ВВ или аммиачная селитра из мешков под собственным весом по наклонному склuzu загружалась в приемный бункер СЗМ. В 1981 г. поступили более современные и производительные зарядные машины МЗ-4 грузоподъемностью 24 т в количестве 3 штуки производства «Коркинского завода», в 1985 г. - одна зарядная машина МЗ-8 грузоподъемностью 8 т. В 1986 г. рядом с железнодорожными путями в 50 м от базисного склада ВМ, пущен в эксплуатацию «Растаривающий комплекс», предназначенный для приема ВВ и аммиачной селитры производства ПО «Навоизот» в мешках на ленточный конвейер, ее растаривания и погрузки в бункер для заполнения зарядной маши-

ны. Освоение этого оборудования позволило механизировать ручной труд при погрузочно-разгрузочных работах на складе ВВ и при зарядке скважин на блоке.

Растаривающий комплекс включает в себя: стационарный пункт для растаривания АС в мешкотаре на базе шахтного перегружателя типа УПЛ-1, оборудованный приемным устройством, конвейерной эстакадой, узлом для разрезания мешков, виброгрохотом для очистки мешкотары от остатков АС и накопительной емкостью  $V=8 \text{ m}^3$ ; лебедку с прицепным устройством для производства маневровых работ с железнодорожными вагонами с тяговым усилием 10 т, длиной откатки 45 м, мощностью 18 kW, маневровой скоростью 3 км/ч. Производительность комплекса 25 т/ч. В 1996 г. «Растаривающий комплекс» существенно реконструирован для приема бестарной аммиачной селитры из вагонов минераловозов типа 11-740 с последующей погрузкой в смесительно-зарядные машины (СЗМ) типа МЗ-4, МЗ-8. Был построен подрельсовый приемный узел с накопительной емкостью  $V=15 \text{ m}^3$  и конвейерной эстакадой, компрессорная установка с компрессором типа КТ-7-0.0.ПС и системой пневмопроводов протяженностью 30 м, предназначенной для подачи сжатого воздуха в механизмы открывания и закрывания разгрузочных люков вагонов минераловозов. После реконструкции производительность комплекса увеличилась до 200 т/смену. Внедрение стационарного механизированного комплекса по приему и растариванию аммиачной селитры позволило: повысить производительность труда рабочих на грузопереработке аммиачной селитры; уменьшить поступление из промышленности ВВ; улучшить условия труда за счет снижения использования тротилосодержащих ВВ.

В 90-х годах зарядные машины МЗ-4 и МЗ-8 морально и физически устарели. Стало понятно, что в дальнейшем нужно переходить на более совершенную и производительную зарядную технику и современные взрывчатые составы собственного производства.

Учитывая мировой опыт, в НГМК было принято решение о переходе на изготовление и использование эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ), которые имеют существенные преимущества по сравнению с другими видами ВВ: отличную водоустойчивость; возможность регулирования мощности пу-

Таблица 1

### Характеристика ЭВВ

Наименование ЭВВ	Нобелит 2000-2050	Нобелан 2060-2090
Теплота взрыва, кДж/кг	2600 - 2900	2914-3500
Плотность заряжения, г/см <sup>3</sup>	1,05-1,27	0,93-0,98
Скорость детонации, км/с	4,3-5,5	3,5-4,1
Кислородный баланс, %	-2,1-2,5	-1,02-1,07
Объем газов взрыва, л/кг	900-930	820-930

тем изменения плотности или введения в состав энергетических добавок; низкую чувствительность к механическим и тепловым воздействиям и, как следствие, высокую безопасность в обращении; возможность полной механизации при их изготовлении и зарядании скважин; доступное и приемлемое по цене сырье для изготовления.

После изучения ряда коммерческих предложений, и на основании их анализа был заключен контракт с фирмой ОРИКА (Германия) и в сентябре 2002 г. на промплощадке карьера Мурунтау введен в строй завод по производству ЭВВ. Технология завода предусматривает производство на стационарной установке невзрывчатых компонентов ЭВВ: эмульсионной матрицы и растворов газогенерирующих добавок, которые совместно с гранулированной аммиачной селитрой, дизельным топливом доставляются в специальных емкостях смесительно-зарядных машин на место проведения взрывных работ и смешиваются в процессе зарядания в скважину. В зависимости от процентного содержания эмульсии, дизельного топлива и аммиачной селитры можно готовить взрывчатые вещества различного ассортимента, пригодные для взрывания слабых, средних, крепких и обводненных пород. Это ЭВВ типа Нобелан 2060, Нобелан 2070, Нобелан 2080, Нобелан 2090, Нобелит 2000, Нобелит 2020, Нобелит 2030, Нобелит 2040, Нобелит 2050 и игданит (ANFO) (табл. 1).

ЭВВ типа Нобелан представляют собой механическую смесь гранулированной аммиачной селитры, дизельного топлива (АСДТ) и эмульсионной матрицы и предназначены для ведения взрывных работ на открытых горных работах при отбойке по сухим горным породам с коэффициентом крепости по шкале М.М. Протодяконова до 12. Зарядание скважин Нобеланами осуществляется механизированным способом при помощи смесительно-зарядных машин (СЗМ) типа Heavy ANFO (DN Nobelan).

ЭВВ типа Нобелит представляют собой смесь игданита (АСДТ), эмульсионной матрицы, сенсibilизированной газогенерирующими добавками: растворы нитрита натрия и уксусной кислоты. Нобелиты предназначены для ведения взрывных работ на открытых горных работах при отбойке пород любой крепости как по сухим, так и по обводненным скважинам с постоянным притоком воды. Зарядание производится механизированным способом при помощи СЗМ типа DN RP, при этом ЭВВ закачиваются под столб воды.

Зарядные машины оборудованы автоматизированной системой управления, что позволяет заряжать в скважину точно отмеренное количество ЭВВ, вплоть до индивидуального заряда для каждой из скважин, а также заряжать в одну скважину ассортимент из 12 наименований ЭВВ с разными физико-химическими и взрывчатыми показателями и их смешивание согласно выбранного оператором-взрывником рецепта, т.е. оптимизировать заряд в зависимости от страти-

Таблица 2

Эксплуатируемые СЗМ

Оборудование	Вместимость, t	Кол-во оборудования в эксплуатации, ед.	Заряжаемые ВВ
СЗМ DN RP	20.0	2	Нобелит
СЗМ Heavy ANFO	12.0	5	Нобелан
СЗМ Heavy ANFO	20.0	5	Нобелан
СЗМ ANFO	18,0	2	Игданит

графии пород по глубине скважины. Зарядное оборудование смесительно-зарядных машин фирмы «Трейдстар» установлено на базе тяжелых грузовиков «Скания-340» (табл. 2).

На заводе также существует линия по изготовлению патронированных ЭВВ типа Нобелит 216Z, четырех типоразмеров с диаметрами патронов 36, 38, 70, 90 mm и массой 0,6; 0,6; 2,0; 3,0 kg, соответственно, что позволяет использовать их как промежуточные детонаторы скважинных зарядов различного диаметра, так и для использования на взрывных работах в подземных условиях. Основные характеристики патронированных ЭВВ приведены в табл. 3.

Наряду с производством эмульсионной матрицы и патронированных ЭВВ на заводе также предусмотрена установка для расфасовки ЭВВ в мешки.

Таблица 3

Характеристика патронированных ЭВВ Нобелит 216 Z

Характеристика (показатель)	Значение характеристики (показателя)
Теплота взрыва, (kJ/kg)	3191
Объем газообразных продуктов взрыва, (L/ kg)	929
Кислородный баланс, (%)	-0,92
Удельная энергия (kJ/kg)	792
Плотность ВВ в патроне, g/cm <sup>3</sup>	1,13 – 1,23
Скорость детонации, km/s для патронов диаметром:	
36 mm	3,0 – 4,5
38 mm	3,2 – 4,6
70 mm	3,5 – 5,0
90 mm	4,0 – 5,5
Критический диаметр детонации, mm	18

За период эксплуатации 2002-2011 гг. произведено 351 тыс. т ЭВВ типа Нобелан и Нобелит и 15,8 тыс. т патронированных ЭВВ типа Нобелит 216Z. По мере освоения технологии и в связи с увеличением объемов отбойки горной массы производство и использование ЭВВ увеличивалось (рис. 1).

Технологическая схема производства эмульсионной матрицы на заводе ЭВВ достаточно проста. В периодическом (порционном) процессе в смесительной ёмкости изготавливается окислительный раствор на базе солей нитратов. В таком же периодическом (порционном) процессе в смесительной ёмкости изготавливается масляный раствор на базе минерального масла и эмульгатора. Оба раствора с регулированием соотношения компонентов смеси перемешиваются в смесителе (миксере) и одновременно эмульгируются. Образуется эмульсия, в которой масло представляет собой непрерывную фазу. Эта эмульсия называется эмульсионной матрицей. Для промежуточного хранения матрицу перекачивают в сборник матрицы. Из этой емкости матрица загружается в СЗМ и перевозится на взрывной блок.

Весь технологический процесс на заводе контролируется автоматической системой управления с выдачей информации на графический интерфейс панели оператора. Помимо автоматической системы управления, аналитическим путем осуществляется контроль за технологическими параметрами. Лаборатория завода производит контроль всех стадий технологического процесса и проводит выходной контроль готовой продукции.

Технология и оборудование, используемые на заводе по производству ЭВВ, обеспечивают промышленную и экологическую безопасность, защиту обслуживающего персонала от действия опасных и вредных факторов. Безопасные санитарно-гигиенические условия работы обслуживающего персонала достигнуты благодаря герметизации используемого оборудования, исключающей выбросы пыли и паров в атмосферу. Применение ЭВВ также позволило увеличить степень взрывобезопасности при транспортировке и зарядании; исключить транспортировку взрывоопасных грузов по железной дороге; снизить объем ядовитых продуктов взрыва; улучшить условия снабжения карьеров и рудников ВВ.

Наряду с развитием средств механизации постоянно проводятся работы по совершенствованию технологии и оптимизации взрывных работ. Основываясь на результатах опытно-промышленных взрывов, разработан рациональный ассортимент ЭВВ для пород карьера Мурунтау, исходя из условия оптимальной производительности СЗМ. Для зарядания сухих скважин в средне- и трудно взрываеваемых 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 легко взрываеваемых породах – игданит и Нобелан 2080; обводненных скважин – Нобелит 2030, представляющий собой механическую смесь АСДТ - 30% и эмульсионной матрицы – 70%, сенсibilизированные газогенерирующими добавками растворов нитрита натрия и уксусной кислоты.

С появлением персональных компьютеров специалистами ПТО карьера Мурунтау проводится работа по внедрению компьютерных технологий для расчета параметров БВР. Для этого произведено районирование пород карьера по удельной энергии, затраченной при взрывной отбойке, в результате которой выделен ряд зон с интервалом изменения от 1,95 до 6,2 МДж/м<sup>3</sup>. Для каждой зоны установлено оптимальное значение удельной энергии  $A_{\text{опт}}$ , а также был разработан и внедрен алгоритм оптимизации БВР, что позволило произвести разрежение сеток скважин на рудных блоках с низкой контрастностью руды с сети 5,6x5,6 на сеть 6,5x6,5. В результате получено увеличение выхода горной массы с 1 п.м. скважины, что привело к снижению затрат на буровые работы. Алгоритм расчета основан на произведенном районировании пород карьера по буримости (которая включает в себя в скрытом виде такие механические характеристики пород, как упругие свойства, прочность, пластичность, а также технологические показатели: твердость, вязкость и абразивность) и установленных корреляционных зависимостях этого показателя с величиной удельного расхода ВВ. К основным исходным данным относят характеристики ВВ, свойства взрываеваемых пород, сетку расположения скважин, глубину перебура, длину забойки, способ инициирования, интервал замедления, затраты на взрывчатые материалы и буровые работы.

Одним из направлений совершенствования технологии взрывных работ на карьере Мурунтау является увеличение удельного веса взрывного способа дробления, как наиболее дешевого и технологичного. Дробление руды рассматривается не только как процесс подготовки руды к выемочно-погрузочным работам, но и как первоначальный этап процесса переработки руды, предшествующий механическому дроблению и измельчению в условиях ГМЗ. В связи с этим в рудной зоне карьера с 1995 г. проводятся взрывы с увеличенным на 30-40% удельным расходом ВВ. При этом в зависимости от условий взрывания и свойств применяемых ВВ на карьере используется комбинированное количественное соотношение зарядов с различными взрывными характеристиками.

При контурном взрывании используют метод предварительного щелеобразования. Сущность метода заключается в образовании отрезной щели на всю высоту уступа путем применения рассредоточенных зарядов, помещенных в сближенные скважины и взрываеваемые до взрыва зарядов рыхления,

это способствует уменьшению интенсивности распространения волн напряжения благодаря их отражению, из-за чего в свою очередь обеспечивается низкая степень нарушенности законтурного массива.

При этом методе предварительного щелеобразования использовались промышленные шланговые заряды (аммонит ПЖВ-20 и аммонит 6ЖВ, помещенный в полиэтиленовую оболочку). Такие шланговые заряды поставлялись из-за рубежа.

Для снижения затрат на взрывные работы в приконтурной зоне специалисты карьера Мурунтау разработали и внедрили конструкцию шлангового заряда с использованием в качестве ВВ патронированных ЭВВ Nobelit 216Z Ø36 массой 0,6 kg с применением несущей основы из полиэтиленового рукава шириной 236 mm, производимого предприятиями Республики Узбекистан.

На карьере в прошедшие годы постановку бортов в предельное положение производили с применением и без применения экранирующих щелей, которая была эффективна при углах откоса уступов  $40^{\circ}$ - $55^{\circ}$  и высотой 30 m. При увеличении угла откосов уступов до  $75^{\circ}$ - $90^{\circ}$  применяемая технология не обеспечивает устойчивость уступов. Для решения данной проблемы в карьере Мурунтау были проведены опытные работы по постановке уступа в предельное положение с углом откоса  $\approx 90^{\circ}$ . Размещение шланговых зарядов в вертикальных скважинах позволило обеспечить их центровку в скважине, что исключило нежелательный контакт заряда со стенками зарядной полости и, как следствие, снижение нарушенности массива при образовании контурной щели.

В результате выполнения опытных работ было установлено следующее. Сформированная контурная поверхность показала высокое качество заоткоски с формированием отчетливой поверхности уступа, однако в процессе наблюдений установлено, что в результате взрывов в экранирующих скважинах разрушается законтурный массив, в связи с чем произошла интенсивная сработка верхних бровок уступов. Соответственно сработались и предохранительные бермы на бермовом горизонте. В результате резуль-

тирующий угол откоса уступа составил  $80^{\circ}$ .

Известно, что углы устойчивости откосов находятся в обратной зависимости от высоты уступов в предельном положении. Например, если угол устойчивости откоса 30-метрового уступа составляет  $60^{\circ}$ , то для 15-метрового он увеличивается до  $78$ - $80^{\circ}$ , а 7-8-метровые подступы будут устойчивыми при вертикальных откосах. На основании этого сделан вывод, что осуществляемая таким образом постановка уступов высотой 15-30 m вертикальными щелями в предельное положение в условиях карьера Мурунтау возможна лишь в относительно крепких породах. На участках бортов, ослабленных тектоническими нарушениями, неблагоприятно ориентированными поверхностями наслонения и трещин, необходимо осуществлять подступами высотой 7,5 m с образованием вертикальных отрезных щелей и оставлением промежуточных полок (берм) шириной 3,0 m. Вертикальные откосы подступов позволят увеличить результирующий угол 30-метрового уступа до  $75^{\circ}$ - $80^{\circ}$ .

Отработка высоких уступов потребовала поиска новых решений при производстве буровзрывных работ. С целью увеличения энергии скважинных зарядов ВВ, особенно для качественного дробления и проработки приподошвенной части высоких уступов, внедрен метод взрывания параллельно-сближенными скважинными зарядами.

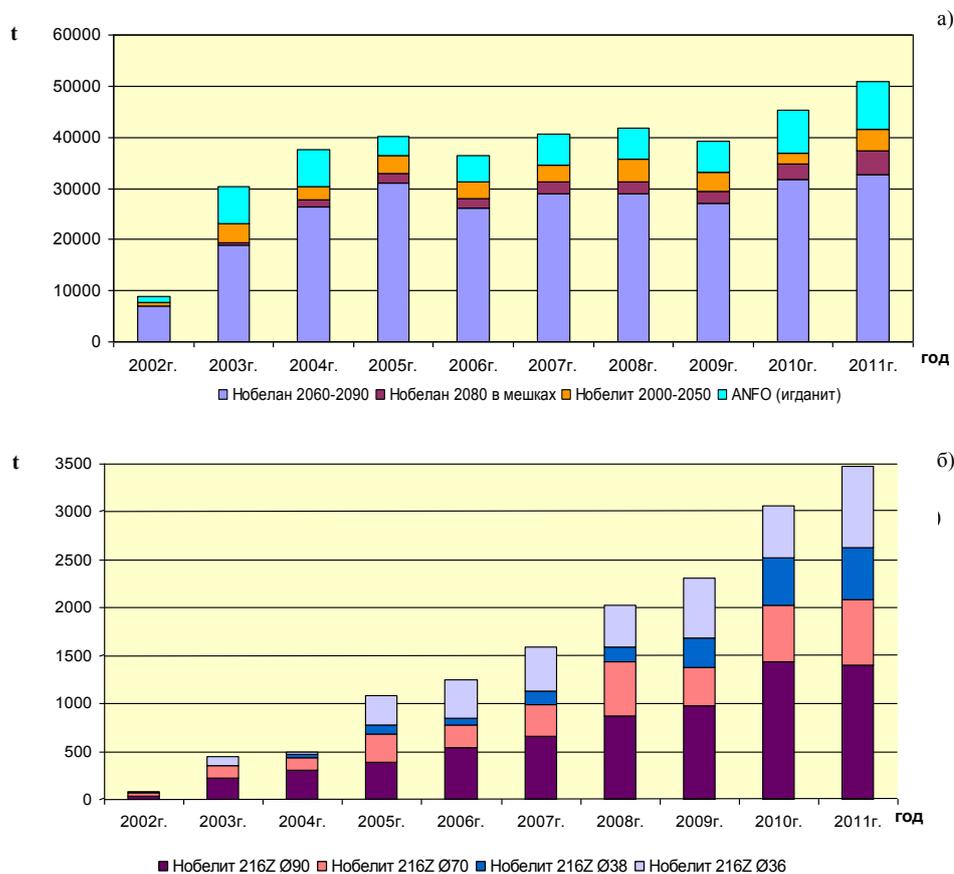


Рис. 1. Выпуск ЭВВ (а) и патронированных ЭВВ (б) по годам

Сущность метода заключается в следующем. Обуривание взрывающего уступа производится группами из нескольких вертикальных или наклонных скважин, расположенных параллельно одна другой и на расстоянии шести диаметров заряда друг от друга. Располагаются параллельно-сближенные заряды в одну линию (парносближенные) или в виде пучка из трех (в вершинах равностороннего треугольника) и более скважин (квадрат, эллипс и др. формы). Ориентированы пучок или пара параллельно - сближенных зарядов параллельно линии уступа. Таким образом, формируется эквивалентный заряд ВВ большого диаметра, который увеличивает эффективность взрывных работ.

При взрывной отбойке параллельно - сближенными скважинными зарядами наблюдается лучшая проработка подошвы и более равномерное дробление горной массы. Снижается выход переизмельченного продукта и сокращается в два и более раз выход негабарита, что способствует повышению в среднем на 10% производительности экскаваторов. Стоимость 1 м<sup>3</sup> взорванной горной массы по затратам на бурение, взрывание и экскавацию снижается на 20-30%.

С увеличением производительности карьера увеличилось количество блоков в одном взрыве и достигает сегодня 7-8 блоков за один раз. Большое количество блоков обусловлено значительной глубиной карьера, сокращением параметров рабочей зоны и, соответственно, параметров рабочих площадок при одновременном увеличении их количества. Это не только создает напряженный график зарядки в течение рабочей недели, усложняя организацию работ по подготовке и сдаче взрывных блоков, их охрану, но и сильно усложняет работы по монтажу магистральной сети от взрывающихся блоков к месту инициирования за пределы опасной зоны, что приведет к увеличению времени на монтаж взрывной сети и в конечном итоге к дополнительным простоям горнодобывающей техники. Причем значительная протяженность взрывных магистралей ведёт к снижению надёжности инициирования взрывающихся блоков и, соответственно, безопасности взрывных работ. Чтобы повысить безопасность взрывных работ и сократить время на производство взрыва, с 1996 года на карьере внедрена система радиоуправляемого взрывания «ДРУЗА-М», которая, кроме того, позволяет устанавливать очередность взрыва блоков, любые интервалы между взрывами отдельных блоков, а также возможность прервать в любой момент массовый взрыв. Управление ведется с безопасного расстояния из-за пределов опасной зоны.

Появление на рынке неэлектрических систем взрывания скважинных и шпуровых зарядов открыло самые широкие перспективы их применения благодаря сочетанию уникальных качеств: отсутствие в детонаторах первичных инициирующих ВВ и соответственно низкая чувствительность к

механическим, электрическим и иным воздействиям, невозможности несанкционированного инициирования детонационного импульса в ударно-волновой трубке от постороннего источника (огонь, удар, трение, блуждающие токи и т.д.), а также отсутствие негативного «канального эффекта» позволяет использовать энергию взрыва с максимальной эффективностью и на новом уровне оптимизировать величины замедления в схемах короткозамедленного взрывания, не ограничиваясь возможными ранее интервалами в 20,35 и 50 ms.

Изменились принципы управления действием взрыва путем создания самых разнообразных схем взрывания, вплоть до поскважинного замедления. Появилась возможность увеличить коэффициент сближения зарядов в схемах до 8-12 и более, что позволяет безопасно вести работы в стесненных условиях, вблизи охраняемых объектов, в местах ограниченных интенсивностью сейсмического воздействия.

Существует еще ряд преимуществ, например, отсутствие ударной воздушной волны при взрыве поверхностной сети.

На карьере Мурунтау использовали систему «Динашок» («Орика», Германия), «EXEL» (Казахстан). С июня 2004 г. на карьере применяется система СИНВ (Россия).

Применение неэлектрических систем взрывания подтвердили достоинства и эффективность новой технологии, позволяющей повысить безопасность взрывных работ и управляемость действием взрыва. Качество дробления горных пород улучшилось, что дало возможность повысить производительность экскаваторов, снизить расход зубьев и тросов, а также затраты на БВР.

В связи с началом отработки VI очереди карьера Мурунтау возникла потребность в проведении специальных взрывных работ по разрушению (сноса) железобетонных конструкций части сооружений циклично-поточной технологии, выведенных из эксплуатации.

Специалистами карьера Мурунтау выработана эффективная технология взрывного разрушения железобетонных сооружений высотой до 30 м, сочетающая в себе применение как шпуровых так и скважинных зарядов с использованием ЭВВ собственного изготовления без применения специальных дорогостоящих специальных средств и взрывчатых материалов, выпускаемых для этих целей. Данная технология позволила провести работы по разрушению железобетонных конструкций в минимальные сроки, вблизи охраняемых объектов и без ущерба для действующих объектов ЦПТ.

Таким образом, на карьере Мурунтау постоянно внедряются самая совершенная техника и технологии взрывных работ, отвечающие современным требованиям сокращения материальных ресурсов, снижения затрат на добычу руд.

# ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ГЛУБОКОМ КАРЬЕРЕ МУРУНТАУ

Коломников С.С., зам. главного инженера по горным работам рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК;  
Клевенко С.А., начальник ПТО рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК

Мировая практика ведения открытых горных работ показывает, что основные затраты при разработке месторождений полезных ископаемых связаны с доставкой горной массы на поверхность. Доля расходов на карьерный транспорт в общей стоимости добычи полезного ископаемого в настоящее время составляет 50% на неглубоких карьерах и достигает 70-80% на глубоких и сверхглубоких карьерах.

Эффективность использования традиционных видов карьерного транспорта – железнодорожного и автомобильного – резко снижается при глубинах 150÷200 м, а применение экскаваторно-автомобильных комплексов экономически целесообразно при расстоянии транспортирования до 4,5-5,0 км. В начале 80-х гг. прошлого столетия карьер Мурунтау обрабатывался в контуре III очереди развития, отметка дна составляла +375 м, глубина – 180 м. Дальнейшее развитие горных работ предусматривало наращивание объемов производства и интенсивности горных работ, что, в свою очередь, обуславливало все большее отдаление рабочего пространства от пунктов разгрузки горной массы на дневной поверхности и увеличение плеча откатки. Для оптимизации горного производства требовался поиск концептуально нового подхода транспортировки горной массы, результатом которого стал отказ от господствующего тогда автомобильного и переход на комбинированный автомобильно-конвейерный вид транспорта, образующий систему циклично-поточной технологии (ЦПТ) (рис. 1-3, табл. 1-4).

Поэтапный ввод в эксплуатацию двух конвейерных комплексов в составе наклонных ( $\alpha = 15^\circ$ ) и горизонтальных конвейерных линий, трёх дробильно-перегрузочных пунктов (ДПП) и двух отвалообразователей ОШС-4000/125, позволил кардинально изменить транспортную схему по перевозке горной массы в системе «карьер-отвал». В результате уже в первые годы эксплуатации удалось значительно увеличить тем-

пы углубки и сократить расстояние транспортирования горной массы автотранспортом на 2,5 км и высоту подъёма на 80-100 м (табл. 1).

За сорокапятилетний срок эксплуатации карьера Мурунтау извлечено более 1,3 млрд. м<sup>3</sup> горной массы. Общий объем горной массы, выданный из чаши карьера по конвейерным линиям комплекса ЦПТ, с начала эксплуатации (ноябрь 1984 г.) составляет более 400 млн. м<sup>3</sup>, из них свыше 168,5 млн. т руды. Как показывают практические результаты работы, если в начале удельный вес горной массы выданной, через конвейерные линии составлял всего 309 тыс. м<sup>3</sup> или 12,6% (1984 г.), то максимальной годовой производительности 22,5 млн. м<sup>3</sup> удалось добиться уже в 1998 г., что составляет 60% от общего объема извлеченной горной массы из карьера.

В условиях постоянно изменяющихся горно-технических условий разработки наряду с периодически производимой заменой горнотранспортной техники и модернизации горноперерабатывающих производств, потребовалась адаптация ЦПТ к новым условиям работы. Поэтому за более чем четвертьвековой срок эксплуатации ЦПТ значительно эволюционировала, что обусловлено её адаптацией к горно-геологическим и организационно-техническим условиям разработки месторождения Мурунтау. Так, много-

Таблица 1

### Горнотехнические условия работы технологического транспорта

Показатель	Год									
	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2011
Глубина карьера, м	50	80	140	180	250	305	360	420	555	555
Расстояние перевозки автотранспортом, км:										
- в отвал	2,5	2,7	2,8	4	4,9	5,3	6,5	7,7	2,76	3,36
- до ДПП ЦПТ (без КНК-270)	-	-	-	1,6	2,2	2,6	2,8	3	2,57	2,48
- в среднем по карьере	2,5	2,7	2,8	3,5	3,4	3,9	4,5	5,7	3,33	3,44
Высота подъёма горной массы автотранспортом, м:										
- в отвал	15	54	65	127	145	195	240	280	120,3	146,3
- до ДПП ЦПТ (без КНК-270)	-	-	-	29	34	67	70	95	37,6	74,9
- в среднем по карьере	15	54	65	110	107	119	130	165	141,6	153,3

образии потребительских свойств разрабатываемой горной массы, удалённость перегрузочных пунктов от зон интенсивного ведения горных работ, периодическое отсутствие транспортных связей рабочего пространства с перегрузочными пунктами потребовали смягчения неравномерности и недостаточности загрузки поточных линий. Жесткая связь между циклическим и поточным звеньями снижает производительность комплекса на 25%; постоянное изменение числа экскаваторов на вскрыше, вызванное чередованием в забоях рудных и породных участков, ведёт к потере комплексом 8-10% производительности; отсутствие согласованных режимов работы циклического и поточного звеньев снижает производительность на 15%. В результате до 1991 г. производительность комплекса ЦПТ не превышала 12-14 млн. м<sup>3</sup> в год. Для сглаживания неравномерности работы циклического и поточного звеньев комплекса с 1991 г. нашли свое эффективное применение временные внутрикарьерные аккумулярующие склады руды и породы. Данные буферные склады размещались на расстоянии 200-400 м от дробильно-перегрузочных пунктов (ДПП), заполнение их осуществлялось во время остановок, а их отгрузка – после запуска в работу конвейеров, обеспечивая тем самым более качественную и полную загрузку конвейерной линии и увеличивая производительность всего комплекса ЦПТ.

Вместе с тем, в связи с характерным для карьера Мурунтау ростом производительности, следующим этапом необходимо было решить вопрос дальнейшего совершенствования параметров ЦПТ, ее структуры и использования гибких технологических схем.

Для этого были разработаны и внедрены организационно-технические и технологические решения, направленные на модернизацию комплекса:

- использование одной конвейерной линии комплекса для поочередного перемещения с раздельным

складированием вскрышных пород и забалансовой руды;

- изменение режима работы циклического звена комплекса за счёт увеличения продолжительности смены с 8 до 12 ч и организации «пересменки» водителей технологического транспорта непосредственно на линии;

- перевод одной из линий ЦПТ (КЛ-1) на транспортирование товарной руды до перегрузочного пункта карьера с последующей её отгрузкой экскаваторами в ж. д. вагоны, т.е. трансформация циклично - поточной технологии в циклично-поточно-циклическую технологию;

- для сокращения расстояния перевозки горной массы автотранспортом и уменьшения степени нарушенности земной поверхности увеличена высота нижнего яруса отвала на неустойчивом основании с 60 до 110 м;
- приближение перегрузочных пунктов ЦПТ к рабочим горизонтам за счет внедрения модульного дробильно-перегрузочного комплекса (МДПК) в составе модульного дробильно-перегрузочного пункта (МДПП) со шнекозубчатой дробилкой и крутонаклонного (40°) межступенного перегружателя (высота перегрузки 30 м);

- применение выносного конвейера в сочетании с МДПК в непосредственной близости от зоны отгрузки в переработку рудных складов (техногенных образований) и месторождения «Мютенбай», примыкающему к юго-восточному флангу месторождения Мурунтау;

- строительство и ввод в эксплуатацию крутонаклонного конвейерного комплекса в составе КНК-270, складского конвейера КС-3500 и погрузочно-отвального укладчика горной массы ПШС-3500.

Реализация данных решений позволила значительно расширить область применения существующего ЦПТ, относительно проектного варианта, увеличить годовую производительность по горной массе до 22,5

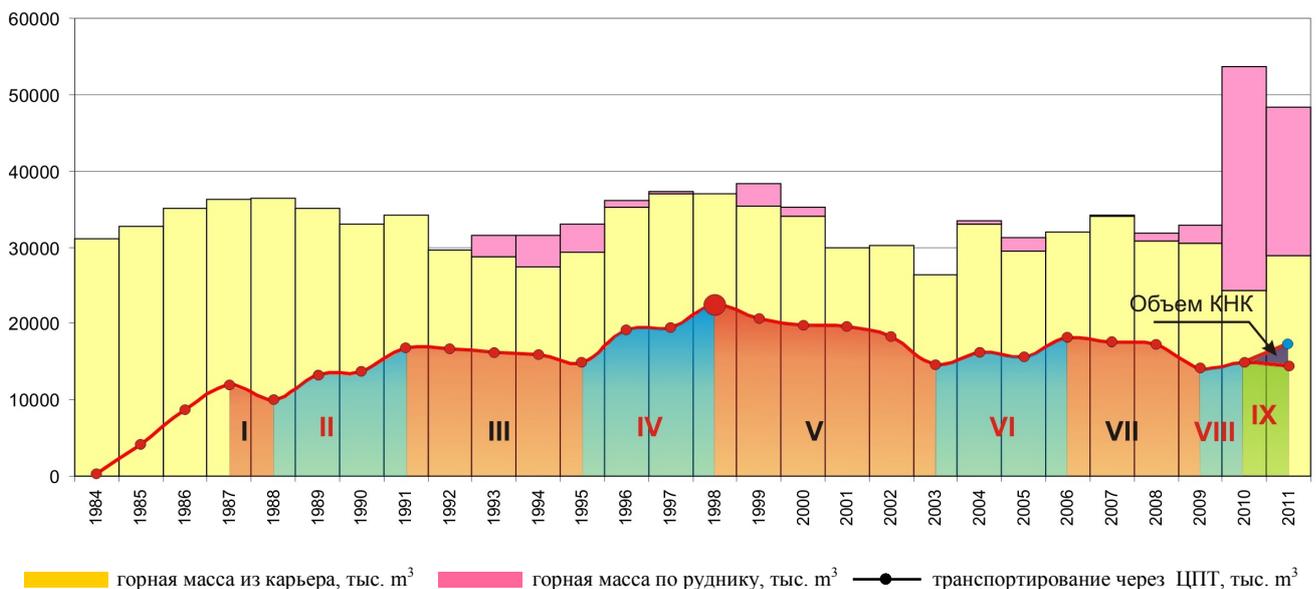


Рис. 1. Объем горной массы перевезенной через комплекс ЦПТ по годам отработки

млн.  $m^3$  – свыше 87% от проектного значения. Использование ЦПТ на приемке различных сортов горной массы, транспортируемой из чаши карьера Мурунтау и расположенных на дневной поверхности техногенных образований (рудных складов), позволили снизить плечо откатки в среднем на 2,5 km и 1 km соответственно, а также во всех случаях значительно уменьшить высоту подъема. Кроме того, увеличение доли дробленой руды, отгружаемой в переработку (в 2009 г. доля предварительно дробленной руды доведена до 50% от общего объема переработки ГМЗ), повысило, помимо производительности ЭКГ работающих на отгрузке руды, производительность гидрометаллургического передела на 1 млн. t ежегодно без строительства дополнительных мощностей. Развитие ЦПТ на карьере по годам представлено на рис. 1. Интенсификация горных работ и соответственно не прекращающиеся процессы удаленности разгрузочных пунктов отражаются на объемах производства. Наряду с этим, такие негативные факторы, как отставание строительства перегрузочных пунктов от режимов работ является характерной особенностью в истории развития карьера Мурунтау. Вследствие чего, к моменту ввода в эксплуатацию ДПП не происходит запланированного сокращения расстояния транспортирования горной массы, и эффективность использования ЦПТ снижается (этап I, III, V и VII рис. 1). Рост производительности (этап II и IV) достигнут за счет совершенствования ЦПТ в карьере, переориентации на транспортирование двух сортов горной массы, модернизацией экскаваторного парка и заменой циклического звена с самосвалов БелАЗ-549 и БелАЗ-7519 на самосвалы типа САТ-758В и R-170. Реализация данных мероприятий позволила в этот период максимально эффективно использовать ЦПТ и достичь в 1998 г. пиковой производительности. А также проводившееся, начиная с 2003 г., обновление горно-транспортного комплекса (внедрение экскаваторов RH-200 с емкостью ковша  $26 m^3$ , ввод дополнительных единиц автосамосвалов САТ-789 и экскаваторов ЭКГ-15),

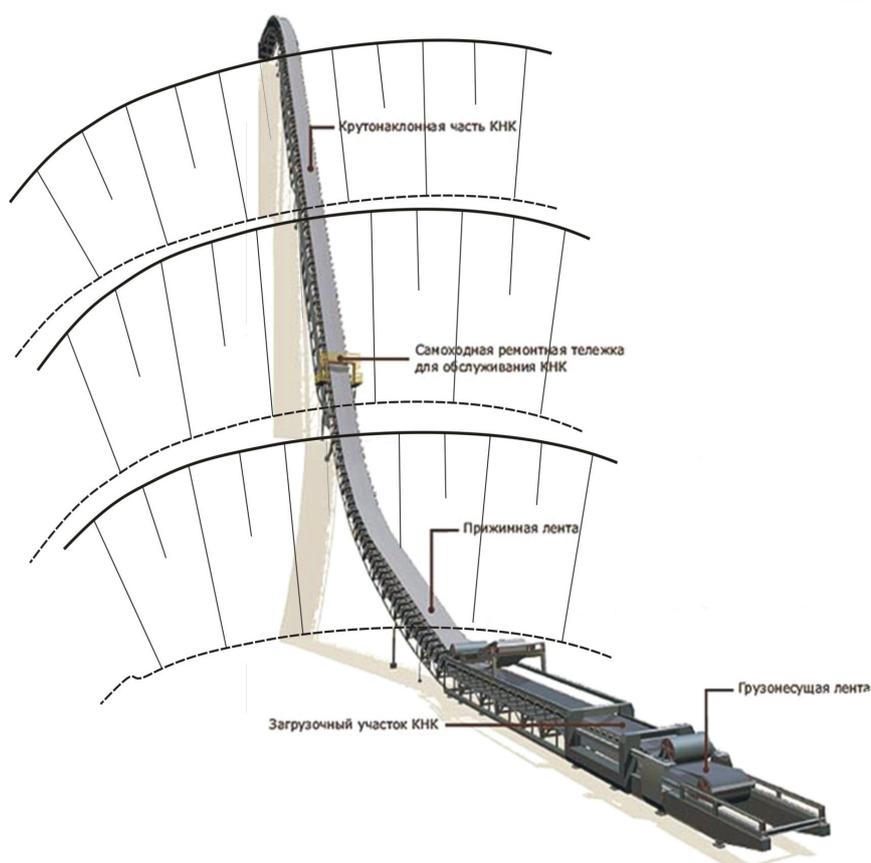


Рис. 2 Схематичное расположение КНК-270/3500 на северном борту карьера Мурунтау

увеличило эффективность использования ЦПТ (этап VI рис. 1). Одним из основных и значимых направлений повышения эффективности поточного звена в условиях карьера Мурунтау является использование в составе стационарных конвейерных линий крутонаклонных (МДПК-30, КНК-270) и выносных конвейеров (КЛ-3). Кроме того, внедрение в начале 2011 г. крутонаклонного конвейера КНК-270 и проведенная вместе с этим оптимизация горных работ позволили значительно

Таблица 2

Технические характеристики круто-наклонного комплекса КНК-270/3500

Завод изготовитель	Параметры круто-наклонного конвейера	Параметры дробилки шнекозубчатой (ДШЗ 1300/300)
ЗАО НКМЗ – Новокраматорский машиностроительный завод	Расчетная эксплуатационная производительность 13,0 млн. t/год, (5 млн. $m^3$ /год в целике); техническая производительность 3500 t/h ( $2000 m^3/h$ ); высота подъема - 270 m (с гор.+285 m на гор. +555 m); угол наклонной части конвейера $37^{\circ}$ ; тип конвейерной ленты - резинокросовая; ширина ленты - 2 m, толщина ленты - 36 mm; скорость движения ленты 3,15 m/s;	Максимальная крупность на входе - 1300 mm; размер куска после дробления - $\leq 300$ mm; емкость приемного бункера - 180 $m^3$ ; емкость конусного штабеля – 50 тыс. $m^3$

Таблица 3

Состав комплекса КНК-270

Объект	Наименование	Длина
КНК-270/3500	Крутонаклонный конвейер в т.ч. наклонной части	960 m 483 m
КС-3500	Конвейер складской	325 m
ДШЗ 1300/300	Дробилка шнекозубчатая	
ПШС-3500	Погрузчик штабелеукладчик скальный	
Общая протяженность транспортирования		1285 m

увеличить эффективность использования конвейерного транспорта как одного из составляющей ЦПТ карьера Мурунтау (этап IX рис. 1).

Как уже было сказано, ввод в эксплуатацию в начале 2011 г. круто-наклонного конвейерного комплекса КНК-270 (рис. 2) является особо значимым этапом в развитии открытой разработки месторождения Мурунтау. Входящий в состав нового перегрузочного пункта ЦПТ КНК позволил вести транспортирование из карьера различных сортов горной массы во внешние рудные склады и породные отвалы, а также осуществлять прямочную погрузку товарной руды в железнодорожный состав. Основные проектные технические характеристики горнотранспортного комплекса с крутонаклонным конвейером КНК-270/3500 и его состав показаны в табл. 2 и табл. 3.

Совершенствование КНК в глубоком карьере, как уже показывает многолетний опыт эксплуатации комплекса ЦПТ, достигается путем его технической, технологической и организационной модернизации. В ре-

зультате чего, для повышения надежности работы и производительности крутонаклонного конвейера, выполнен комплекс организационно-технических мероприятий и большой объем работ по реконструкции и доработке отдельных узлов технологического оборудования (табл. 4). Принятые меры позволили не только адаптировать комплекс к жестким условиям эксплуатации но и обеспечить в течение 2011 г. максимально эффективную работу крутонаклонного комплекса и за счет организации транспортирования через него двух сортов горной массы:

- выйти на проектную производительность комплекса в августе - 458 тыс. м<sup>3</sup>;
- в течение нескольких месяцев поддерживать производительность КНК на оптимально достигнутом уровне;
- повысить производительность экскаваторов и сократить плечо откатки в среднем на 3,96 км;
- увеличить среднегодовую производительность одного автосамосвала более чем на 13%;
- сократить численность парка технологического автотранспорта на 8 ед. и использовать их на других первоочередных направлениях;
- получить экономический эффект от сокращения затрат на дизтопливо в размере более 2,2 млрд. сумов.

Необходимо также отметить, что главным отличительным признаком КНК и выносных дробильно-перегрузочных устройств (ДПУ) на основе МДПК, в отличие от конвейеров традиционного исполнения, является отсутствие необходимости выполнения строительства подпорных стенок, большого объема горно-подготовительных, строительных и бетонных

Таблица 4

Мероприятия по совершенствованию и модернизации комплекса КНК-270

Технические	Технологические	Организационные
<p><b>На ДШЗ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- наращены борта приемного бункера ДПП, смещены задняя стенка и колесоотбойник на приемном бункере;</li> <li>- установлены дефлекторные ролики на питателе ДПП;</li> <li>- реконструированы колосники колосникового грохота;</li> <li>- установлены модернизированные шнеки и додрабливающая балка производства НМЗ.</li> </ul> <p><b>На КНК:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- реконструировано натяжение грузонесущей ленты и формирующего устройства профиля грунта на ленте КНК-270;</li> <li>- реконструирован узел перегрузки горной массы с КНК-270 на складской конвейер КС-3500.</li> </ul> <p><b>На КС-3500:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- усилены металлоконструкции приводной станции;</li> <li>- установлены защитные и очистительные устройства на концевом и приводном барабанах.</li> </ul> <p><b>На ПШС-3500:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимизирована конструкция футеровок в бункере перегрузки горной массы на ПШС;</li> <li>- перенесены и установлены весы на разгрузочной тележке;</li> <li>- реконструирован узел перегрузки с КС-3500 на реверсивный конвейер ПШС-3500;</li> <li>- налаживание шиберного устройства для погрузки в ж/д транспорт.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Использование внутреннего накопительного буферного склада между циклическим и поточным звеньями, в непосредственной близости от перегрузочного пункта ДШЗ.</li> <li>2. Обеспечение добычи, раздельное складирование и накопление в непосредственной близости от ППК-3 забалансовой руды, которая будет вовлекаться в переработку в будущие периоды.</li> <li>3. Увеличение загрузки породной линии №2 комплекса ЦПТ и сохранение ее производительности на достигнутом эффективном уровне. за счет разноростности подачи горной массы, при этом мин.масса макс. на КНК, порода на КЛ-2 ЦПТ;</li> <li>4. Дифференцированный подход по загрузке комплекса горной массой, с обеспечением подачи оптимальной дробленой породой из карьера по минимуму энергозатрат.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптимизирована схема отгрузки горной массы из конусного штабеля, с установкой на его отгрузку 2 ед. высокопроизводительных гидравлических экскаваторов.</li> <li>2. Выбор режима работы конвейерного комплекса за счет отладки автоматики, программного обеспечения и коррекции синхронности работы прижимной и грузонесущих лент.</li> <li>3. Внедрено техническое решение по оптимизации транспортной схемы отгрузке конусного штабеля и вывоза горной массы в отвалы.</li> <li>4. Увеличен коэффициент ритмичности подачи а/с на перегрузочный пункт КНК-270, за счет строительства с опережением на 2 месяца транспортной связи северного борта карьера с перегрузочным пунктом ДШЗ.</li> </ol>

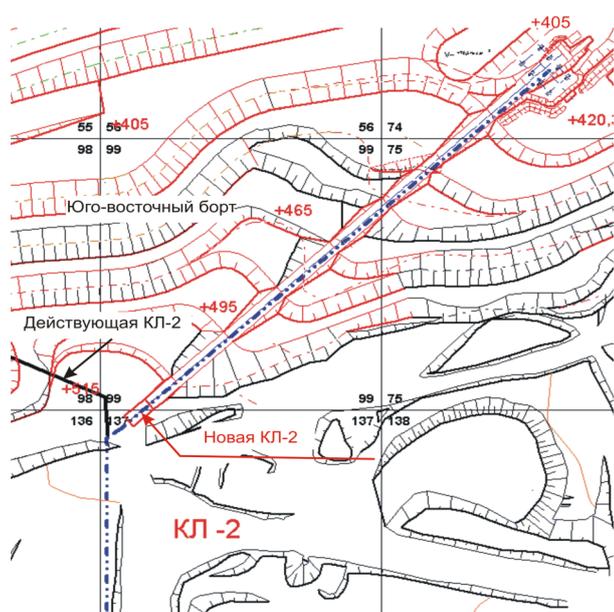


Рис. 3. Строительство новой КЛ-2 на юго-восточном борту карьера Мурунтау

работ. Монтаж таких сооружений осуществляется без нарушения ритма карьера и без остановки существующего ЦПТ, с небольшими горно-подготовительными работами по подготовке и планировке земельного полотна. Следовательно, с учетом перспективы дальнейшего развития карьера на глубину, одним из эффективных направлений является использование КНК в сочетании с выносными ДПУ или МДПК.

В ближайшей перспективе оптимизация транспортной схемы в карьере предусматривается за счет расконсервации южного борта, в зоне третьей рудной залежи, расширения рабочего пространства юго-восточной зоны и вместе с ним ликвидацию выбывших из эксплуатации фундаментов ДПП-3 и ДПП-4 комплекса ЦПТ зацеливающий указанную часть борта. С этой целью, начиная с 2010 г., производятся работы по демонтажу инженерных сооружений ЦПТ – железобетонных фундаментов ДПП-3 и ДПП-4 и в рамках инвестиционной программы «ЦПТ-порода» на юго-восточном борту карьера под углом 13,50 строится новая траншея, в которой будет размещен конвейерный подъемник (рис. 3). После стыковки новой породной конвейерной линии с действующей магистральной линией КЛ-2 вскрышные породы будут транспортироваться и укладываться по традиционной схеме ОШС-4000/125 в отвалы.

Таким образом, накопленный положительный опыт эффективного применения ЦПТ позволит оперативно реагировать и адаптироваться в различных горно-геологических условиях месторождений; получить гибкую и экономически эффективную технологическую схему отработки глубоких горизонтов карьера за счет возможности своевременно наращивать и перемещать выносные МДПК; обеспечить сохранение и снижение расстояний откатки от мест загрузки до перегрузочных пунктов; отказаться от затратных бетонных и строительных работ по сооружению и обустройству стационарных ДПП.

УДК 622.274-5

© Каримов И.А., Хасанов О.О., Худойбердиев О.М. 2012 г.

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ МАЛОМОЩНЫХ СБЛИЖЕННЫХ РУДНЫХ ТЕЛ

Каримов И.А., ст. преподаватель кафедры «Техника и технология добычи и переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГИ; Хасанов О.О., ассистент кафедры «Техника и технология добычи и переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГИ; Худойбердиев О.М., ассистент кафедры «Техника и технология добычи и переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГИ

В результате проведенного анализа технологий подземной разработки маломощных сближенных рудных тел в условиях Зармитанского месторождения имеется возможность применения технологии монорельсовых проходческо-очистных комплексов, которая ограничивается одним единственным вариантом системы разработки с выемкой руды спаренными прирезками по простиранию на буровых восстающих [1 - 9]. Размеры этих восстающих не зависят от мощности рудного тела и скрепляются габаритами машины комплекса (обычно 2x2,8 м).

Из каждого восстающего обуравается и отбивается спаренная прирезка с общей шириной  $l_{ш}=2 \cdot l_0+1_0$  при равной глубине скважины по обе стороны от восстающего и шириной  $l_{ш}=\sum l_0+1_0$  – при неодинаковой их глубине (рис. 1). Как видно из рис. 1, средняя величина разубоживания руды в каждом конкретном случае определяется соотношением глубины бурения ( $l_0$ ), мощности жилы ( $m$ ), выемочной мощности ( $M$ ) и размеров восстающего ( $l_d+M_n$ ):

$$R_{cp}=(M_n-m)/M_{cp}, \text{ ед.}, \quad (1)$$

где  $M_{cp}$  – средняя выемочная мощность в отбиваемой

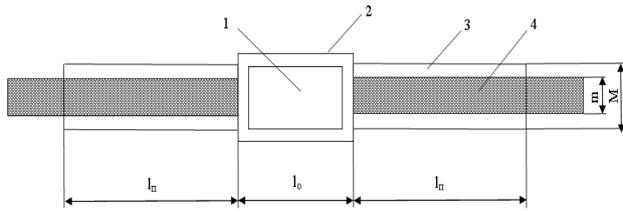


Рис. 1. Схема соотношения размеров буровых и очистных выработок при выемке руды спаренными прирезками: 1 – очистной комплекс; 2 – буровой восстающий; 3 – очистное пространство; 4 – рудное тело

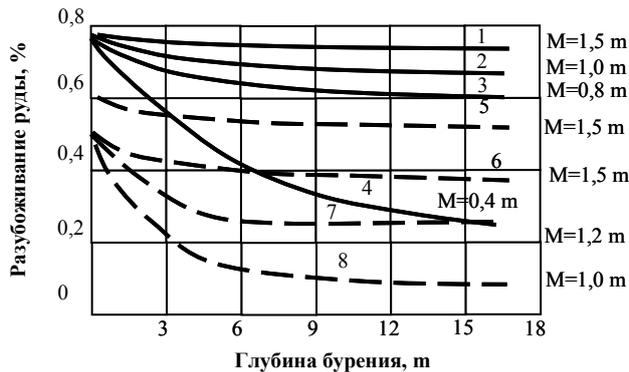


Рис. 2. Зависимость общего разубоживания руды при выемке маломощных рудных тел спаренными прирезками от глубины скважин и ширины очистного пространства (M): 1-4 - при мощности рудного тела 0,4 м; 5 - при мощности рудного тела 0,77 м; 6-8 - при мощности рудного тела 1,0 м

спаренной прирезке, которая в общем случае равна:

$$M_{cp} = (M + \sum l_n + M_b \cdot l_o) / (\sum l_n + l_o), \text{ м}, \quad (2)$$

где  $\sum l_n$  - размер участка жилы по простиранию, отбиваемого из одного бурения восстающего, м.

С учетом  $M_{cp}$ , среднее разубоживание составит:

$$R_{cp} = [I_b \cdot (M_{cp} - m) + \sum l_n (M - m)] / (M_n \cdot l_n + M \cdot \sum l_n), \text{ ед.} \quad (3)$$

При равной глубине скважин, пробуренных в обе стороны из бурового восстающего и заданным по техническим параметрам очистного комплекса размерами восстающего (2 x 2,8 м), имеем:

$$R_{cp} = \frac{2,8(2 - m) + 2l_n(M - m)}{5,6 + M - 2l_n(M - m)} \cdot \frac{l_n + (2 - m) + l_o(M - m)}{2,5 + M - l_n(M - m)} \quad (4)$$

Как видно из этого выражения и расчетных зависимостей жилы на рис. 2, каждому значению мощности жилы соответствует семейство кривых, форма которых определяется шириной очистного пространства между буровыми восстающими. На рис. 2 каждая из кривых пересекает ось ординат в точке, соответствующей разубоживанию руды при проходке восстающих ( $R_{max} = (2 - m) / 2$ , ед.) и асимптотически приближается и равно  $R_{min} = (M - m) / M$ , ед. По мере увеличения разности между шириной очистного пространства и мощностью жилы ( $\Delta M = M - m$ ).

Кривые становятся все более пологими и вырождаются в прямую линию, параллельную оси абсцисс при  $M = M_b$ .

Каждой величине выемочной мощности соответствует область значений глубине бурения, в которой влияние этого параметра на общее разубоживание проявляется достаточно сильно. Ширина этого диапазона зависит от прирезки вмещающих пород ( $\Delta M$ ). Предельное значение глубины скважин, за которым ее влияние практически сокращается, снижается по мере увеличения  $\Delta M$  и в диапазоне изменения  $\Delta M$  от 0,2 до 1,5 м аппроксимируется прямой вида:

$$l_{bl} = 6,25(1,6 - \Delta M). \quad (5)$$

Это означает, что в случае, когда выраженная по условиям полноты выемки запасов прирезки глубина скважин оказывается больше  $l_{bl}$ , влияние буровых восстающих на общее разубоживание руды можно практически не учитывать.

Средние технико-экономические показатели очистной выемки приведены в табл. 1. Как видно из данных табл. 1, новая технология выемки тонких жил обеспечивает значительное (более чем в 2-4 раза) повышение производительности труда и обеспечивает снижение разубоживания при очистной выемке по сравнению с любой из используемых и предполагаемых систем разработки на руднике Зармитан. С учетом же нарезных работ новая технология дает каче-

Таблица 1  
Технико-экономические показатели применяемых систем разработки

Показатели	Система разработки			
	С магазинированием	Подтажные штреки	С закладкой	Прирезками по простир.
Мощность рудного тела, м				
минимальная	0,4	0,6	0,35	0,4
максимальная	1,2	1,5	0,82	0,96
Выемочная мощность, м				
минимальная	1,12	–	1,85	0,8
максимальная	2,04	–	2,6	2,0
средняя	1,81	2,5	1,75	1,46
Глубина бурения, м	2	3	2	6-9
Производительность труда одного рабочего, м <sup>3</sup> /чел. смену	3,3	1,76	2,6	6-14,5
Коэффициент механизации добычи руды, %	32,6	30,2	38,4	72,9
Разубоживание руды, % в очистных работах с учетом нарезных работ	45,6	62,3	63,9	45,1
	48,6	71,2	63,9	48,3

ственные показатели. Проведенные теоретические исследования показали, что при выемке тонких жил спаренными прирезками по простиранию ширина очистного пространства между восстающими может быть снижена до 0,7-0,8 м, наиболее крупные безрудные участки могут быть оставлены в виде целиков в выработанном пространстве, а разубоживание руды при проходке буровых восстающих снижено вдвое.

Практическая реализация этих возможностей в условиях рудника Зармитан по новой технологии позволит существенно повысить показатели полноты и качества извлечения балансовых запасов тонких жил, в несколько раз при этом поднять производительность труда и интенсивность очистной выемки, обеспечить комплексную механизацию и высокую безопасность горных работ.

**Список литературы:**

1. Каспарян Э.В. Устойчивость горных выработок в скальных породах. – Л.: Наука, 1985. – 183 с.
2. Мажидов И.У. Напряженно-деформированное состояние обделки туннеля совместно с прилегающей грунтовой средой // Горный вестник Узбекистана. – №1. – Навои, 2002. – С. 20-22.
3. Мажидов И.У. Разработка метода расчета давления грунта на обделку туннелей в высоких насыпях // Автореф. канд. техн. наук. – 22 с.
4. Булычев Н. С. Механика подземной сооружений. – М.: Недра, 1989.
5. Бронников Д. М. Проблемы разработки рудных месторождений на больших глубинах. – В кн.: Проблемы подземной эксплуатации рудных месторождений на больших глубинах. – М., 1979. – С. 9-22.
6. Геофизические исследования горных ударов / Петухов И.М., Смирнов В.А., Винокур Б.Ш. и др. – М., Недра, 1975.
7. Глушко В.Т. и др. Устойчивость горных выработок. – Киев, 2003. – 193 с.
8. Гузь А.Н. Основы теории устойчивости горных выработок. – Киев, 2007. – 244 с.
9. Бронников Д.М. Проблемы разработки рудных месторождений на больших глубинах // В кн.: Проблемы подземной эксплуатации рудных месторождений на больших глубинах. – М., 1999. – С. 9-22.

УДК 622.274-4

© Солиев Б.З., Махмудов Г.У., Аблакулов К.Т. 2012 г.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ БЛОКА ПРИ ВЫБОРЕ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ

**Солиев Б.З.**, ст. преподаватель кафедры «Горное дело» НГГИ; **Махмудов Г.У.**, ассистент кафедры «Техника и технология добычи, переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГИ; **Аблакулов К.Т.**, магистр НГГИ

В основных направлениях экономического развития Республики Узбекистан, предусматривающих подъём экономики страны, особое место отводится ускорению научно-технического прогресса в горнодобывающей промышленности.

Горнодобывающая промышленность – одна из ведущих отраслей народного хозяйства, поставляющая сырьё для цветной и чёрной металлургии, химической промышленности и промышленности строительных материалов. В дальнейшем на подземных рудниках, наряду с улучшением условий труда, должна быть значительно повышена производительность труда, увеличена интенсивность разработки месторождений, обеспечено наиболее рациональное использование недр в части полноты извлечения запасов минерального сырья и сохранения земной поверхности.

В связи с этим в ближайшие годы на подземных рудниках должны быть решены крупные научно-технические проблемы: рациональное использование земли и её недр; коронное усовершенствование технологии добычи руд в части методов работ, парамет-

ров, способов механизации и т.п.; завершение механизации вспомогательных производственных процессов; автоматизация основных производственных процессов.

Большинство рудных месторождений имеет разнообразные горно-геологические условия, поэтому применение какой-либо одной системы разработки во всем шахтном поле часто невозможно или нецелесообразно. В таких случаях необходимо разделить (мысленно) месторождение на более или менее однотипные по горно-геологическим условиям участки, каждый из которых может быть отработан какой-либо одной системой. Для этого сначала составляют известное представление о возможных системах разработки и границах областей их применения на рассматриваемом руднике. Критерием могут быть, например, степень устойчивости руды, угол падения или мощность залежей или все это вместе в определенных сочетаниях. Так, при малой и средней мощности пологие залежи должны быть отделены от крутых (в которых имеется возможность самотечной доставки руды по очистному пространству), а среди

тех и других должны быть выделены участки с неустойчивыми к устойчивыми боковыми породами. Если часть месторождения располагается, например, под требующей сохранения земной поверхностью, то для этой части система разработки должна выбираться отдельно. Возможны и другие признаки. Для разделения месторождения на участки с однотипными условиями удобно нанести на разрезе, но простирающую изогипсы принятых критериев. Для каждого участка выбирают систему разработки отдельно. Взаимосвязь определяется наличием пограничных блоков. Для небольшого участка месторождения может быть принята система разработки, близкая по технологии и механизации производственных процессов к системам разработки основной части месторождения, даже если она и не является наилучшей для горно-геологических условий именно данного участка [1].

Для участка или всего месторождения с постоянными горно-геологическими условиями отбор конкурентоспособных систем ведется в две стадии. Первая стадия - постепенное исключение неприемлемых систем разработки в результате последовательного рассмотрения постоянных и переменных факторов в определенном порядке. При рассмотрении каждого из факторов последующие факторы еще не принимаются во внимание (условно считаются еще неизвестными). Системы разработки, оказавшиеся неприемлемыми, по какому-то фактору исключаются из дальнейшего рассмотрения. Вторая стадия - из числа оставшихся систем в пределах каждого класса выбираются заведомо лучшие по каким-либо показателям при постоянстве других показателей, например, более дешевые и производительные при одинаковых показателях потерь и разубоживания руды. В результате отбора обычно остаются две-три системы разработки, из которых одна более производительная, а другая дает более полное извлечение руды [2].

При разработке Зармитанского золоторудного месторождения подземным способом применяется система разработки с маганизированием руды и подэтажное обрушение. Размеры разрабатываемого блока колеблются в пределах 40-80 м как по высоте, так и по ширине блока. Однако применяемые в настоящее время параметры блока не имеют научного обоснования и вследствие чего наблюдаются случаи самообрушения пород всякого бока, создаваемого некоторую опасность в продолжении работ.

Одним из ключевых вопросов в безопасном ведении эксплуатаций месторождения является оценка и прогнозирование устойчивости горных пород в обнажениях. В соответствии с этим, для поддержания выработанного пространства в эксплуатационном состоянии затрачиваются немалые средства, которые все увеличиваются с ростом глубины разработки и ухудшением горно-геологических условий [3]. Все это указывает на актуальность и острую необходимость анализа работ по разработке методов оценки устойчивости выработанного пространства в различ-

ных горно-геологических условиях, выполнения научно-обоснованных прогнозов изменения его состояния, подвергнутых действию различных статических и динамических нагрузок. При этом должны быть учтены изменения условий разработки месторождения и способы выбора оптимальных средств повышения устойчивости пород в обнажениях. Эти меры должны обеспечить нормальные условия добычи и эксплуатации месторождения.

Исследования проблемы устойчивости выработанного пространства в теоретическом плане базируются на различных гипотезах и предпосылках физического и механического характера, а также на предположениях относительно зон распределения напряжений и деформаций в массиве пород, вмещающих выработанного пространства. Они, в большинстве своем, основаны на методах теории упругости и пластичности, рассматривающие массив горных пород как сплошная среда. Такие исследования занимают значительное место в общем объеме изучения указанной проблемы. Существенным вкладом в развитие данного направления исследований явились работы А.Н. Динника, К.В. Рупенейта, Э.В. Каспарьяна, А. Лабаса и других.

Как известно, после отработки выработанного пространства вмещающих ее массив горных пород находится под воздействием переменного поля напряжений, вызванного образованием полости. Для математического исследования напряженно-деформированного состояния такого массива применяют различные методы, в той или иной мере идеализирующие физико-механические свойства вмещающих пород. При этом происходит уменьшение степени идеализации свойств пород по мере создания современных новых и усовершенствования существующих методов математического описания состояния породного массива. Применяемые в настоящее время современные математические модели более точно описывают процесс деформирования пород и позволяют получить картину, максимально близкую к реальным условиям работы массива, вмещающего выработанное пространство.

С другой стороны, по нашему мнению, следует отдельно характеризовать и более ранние работы, послужившие образованию первоначальных представлений о напряженно-деформированном состоянии породного массива и его свойствах. Одной из таких работ является работа Р. Феннера, в которой для исследования напряженно-деформированного состояния породного массива горных пород применяется строгий математический аппарат, и процесс деформирования рассматривается аналитически. В ней дан анализ различных способов математического описания свойств, как нетронутого массива пород, так и в приконтурной области вокруг выработок [3].

Наиболее важные значения для практики поддержания выработанного пространства имеют задачи прогнозирования напряженно-деформированного

состояния выработанного пространства, которые должны быть решены на стадии проектирования до начала разработки. Представление об образовании вокруг выработанного пространства зон различного напряженно-деформированного состояния позволяет решение таких задач, сводит к расчету устойчивости пород на контуре выработанного пространства в пределах зоны неупругих деформаций. При решении задач указанного класса применяются различные критерии устойчивости, к которым, прежде всего, относится подход, по которому оценка устойчивости выработанного пространства осуществляется на основании расчета условий разрушения пород.

Следует отметить, что самостоятельную группу критериев устойчивости представляют критерии, полученные при анализе прочности породы на контуре сечения выработанного пространства с позиций теории вероятности. Это направление получило развитие в работах, выполненных по инициативе и под руководством К.В. Руппенейта.

Крепление выработанного пространства является одним из основных производственных процессов при подземной разработке месторождений полезных ископаемых. Без соответствующего крепления невозможна успешная работа добычи. Большим резервом повышения эффективности работы горнодобывающих предприятий является создание новых конструкций крепи и средств механизации крепления.

При этом конечной целью любого крепления является увеличение прочности на изгиб и растяжение вмещающих выработанного пространства пород, воздействующих на выработку силами статической, динамической, тектонической и другой природы. Эффективное упрочнение пород, в противовес действиям растягивающих напряжений можно выполнить с помощью набрызгбетонной крепи.

Зармитанское рудное поле предоставлено разнообразием геологических строений, структурно-тектоническими нарушениями и в широком диапазоне изменениями свойств горных пород. Учет всех факторов при выборе системы разработки и ее параметров почти невозможно, не говоря даже о разработке идеализированной математической ее модели. Разработка конкретного метода прогноза и оценки напряженно-деформированного состояния массива и пород выработанного пространства возможно при разделении рудного поля на конкретном участке с определением самых необходимых параметров горно-геологических условий и свойств пород. С точки зрения степени устойчивости Зармитанское месторождение можно отнести от весьма устойчивых до весьма неустойчивых. Залегание и морфология рудных тел тоже не поддается конкретным типам и размерам. Мощность рудных тел колеблется от 0,5 м до 20 м, глубина залегания от поверхности доходит местами до 1000 и более метров, по простиранию также от десятков до сотни метров. Исследования проводилась для маломощных (от 0,5 до 5 м) рудных тел.

Основными параметрами систем разработки является длина и высота обрабатываемых блоков, которые зависят от свойств пород, от глубины разработки, от мощности и залегания рудных тел.

Нами на основе изложенного материала и анализа методов определения устойчивости пород выработанного пространства сделана попытка определения параметров блока при применении системы разработки с магазинированием руды на основе соотношения прочности пород на растяжение к глубине этажа, блока и мощности рудного тела, т.е.

$$Q = \frac{\sigma_{\text{раст.ж}}}{\sqrt{\gamma H}}$$

где Q – степень устойчивости пород выработанного пространства;

$\gamma$  – удельный вес породы,  $\text{g/cm}^3$ ,  $\gamma=2,6 \text{ g/cm}^3$ ;

H – глубина залегания этажа м,  $H=150 \text{ m}$ ;

$\sigma_{\text{раст.ж}}$  – предел прочности пород висящего бока и кровли на растяжение,  $\text{kg/cm}^2$ ;

m – мощность рудного тела, м.

Нами на основании анализа горно-технических условий и опыта ведения работ по разработке месторождения Зармитан, все рудное поле Зармитана разделено на три участка по устойчивости: устойчивые, средней устойчивости и неустойчивые.

На основе предложенной формулы проанализируем несколько вариантов определения параметров блока разработки для конкретных задач практики.

Допустим, мощность рудных тел колеблется в пределах от 1 до 5 м, глубина разработки составляет 100, 250 и 500 м, предел прочности пород на растяжение 200, 100 и 75  $\text{kg/cm}^2$ .

Подставляя эти данные в формулу, определяем число степени устойчивости пород и делаем рекомендацию параметров блока (a – высота блока; в – длина блока; m – мощность рудного тела,  $m=1 \div 5 \text{ m}$ ; глубина разработки 100 м; предел прочности на растяжение  $\sigma_{\text{раст.}}=200 \text{ kg/cm}^2$ ):

- по устойчивым участкам: число степени устойчивости колеблется ( $Q=3 \div 6,8$ ):

$$\left\{ \begin{array}{l} a = 50-70, \\ v = 60-120, \\ m = 1-7; \end{array} \right.$$

- по средней устойчивости участкам: число степени устойчивости колеблется ( $Q=1 \div 3,2$ ):

$$\left\{ \begin{array}{l} a = 40-50, \\ v = 60-75, \\ m = 1-4; \end{array} \right.$$

- по неустойчивым участкам: число степени устойчивости колеблется ( $Q=1 \div 2$ ):

$$\left\{ \begin{array}{l} a = 25-30, \\ v = 45-50, \\ m = 1-2. \end{array} \right.$$

Как видно из полученных данных, в породах средней устойчивости при увеличении мощности рудного тела более 4 м, а так же в неустойчивых породах при увеличении мощности более 2 м необходимо производить торкретирование кровли и верхней части висячего бока. Следовательно, в устойчивых участках и при изменении мощности рудного тела от 1 до 7 м высоту блока или этажа принимать от 50 до 70 м; длину блока от 60 до 120 м; в средней устойчивости породах, где мощность рудного тела колеблется от 1 до 4 м, высоту блока можно принимать от 40 до 50 м и длину блока (по простираению рудного тела) от 60 до 75 м; в неустойчивых породах при мощности рудного тела от 1 до 2 м высоту блока принимать 25÷30 м и длину блока - 45÷50 м. Необходимо отметить, что при увеличении в указанных участках выше приведенных мощностей рудного тела, не изменяя параметров блоков и этажа, производится упрочнение кровли и верхней части висячего бока с помощью торкретирования бетоном.

На основе выполненных теоретических и аналитических исследований можно сделать следующие выводы:

1. При обосновании технологических особенностей подземной разработки маломощных полезных ископаемых надо учесть практическую безвозвратность потерь на жильных месторождениях и высокое качество добываемых руд, при разработке этих месторождений полнота извлечения должна, видимо, стать основным критерием оценки деятельности предприятия и играть ведущую роль при выборе систем и технологии разработки.

2. Параметры системы разработки, в частности, высота и длина блока зависят от устойчивости горных пород. С увеличением устойчивости увеличиваются параметры (высота и длина) блока и подчиняется параболическому закону.

3. С увеличением глубины разработки степень устойчивости пород уменьшается и подчиняется гиперболическому закону, а также на степень устойчивости пород оказывает влияние изменения мощности рудных тел, так как при этом увеличивается площадь обнажения поверхности кровли, создавая опасность в проведении работ за счет вывала заколов, образованных после буровзрывных работ.

#### Список литературы:

1. Каримов М.Б. Худойназаров Х.Х. Напряженно-деформированное состояние массива горных пород, вокруг стволов вертикальных шахт круглого сечения. Журнал Проблемы механики, 2002, № 2. –С. 37-40.
2. Глушко В.Т. и др. Устойчивость горных выработок. -Киев: «Наука. думка», 1973 -193 с.
3. Гузь А.Н. Основы теории устойчивости горных выработок. -Киев: «Наука. думка», 1977 -244 с.

УДК 622.268.4:622.235

© Тошев О.Э., Норов Ж.А., Халимова Н.Д. 2012 г.

## ОСЛАБЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПЕСЧАНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Тошев О.Э., ст. преподаватель кафедры «Металлургия» НГГИ, Норов Ж.А., инженер горного бюро ЦНИЛ НГМК; Халимова Н.Д., студентка НГГИ

Повышение эффективности подземных горных работ решается путем разработки и внедрения различных способов направленного воздействия на состояние горного массива с целью снижения его механической прочности.

Одним из современных способов воздействия на горный массив крепких песчаных горных пород является их предварительное ослабление прочности или снижение физико-механических свойств массива. Определенный интерес представляет применение химического способа воздействия на массив крепких песчаных горных пород для снижения их прочности за счет воздействия растворов поверхностно-

активных веществ и электролитов, обеспечивающих снижение удельного расхода бурения и взрывчатых веществ, решение которых является актуальной задачей горного производства, имеющей важное народно-хозяйственное значение (табл. 1-3).

Проводились исследования ослабления прочности массива крепких песчаных горных пород химическим методом с использованием различных типов раствора поверхностно-активных веществ (ПАВ). В экспериментах были использованы пробы из песчаных горных пород химико-минералогических компонентов, которые приведены в табл. 1. Определение химического состава породы осуществлялось по известной

Таблица 1

Исходный химический состав песчаников

Цемент	Содержание химико-минералогических компонентов, %				
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
Карбонатно-глинистый	52,18	23,52	13,80	4,80	5,82
Глинисто-карбонатный	63,54	8,9	16,66	2,20	3,67
Карбонатно-глинистый	60,40	9,4	16,66	5,54	7,0
Глинисто-карбонатный	70,2	5,8	14,62	5,25	5,35

методике, содержание химико-минералогических компонентов оценивалось: SiO<sub>2</sub> – весовым методом; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; CaO; MgO – объемным методом.

Лабораторные испытания по определению проводили следующим образом: 1 грамм породы фракцией 1,5 mm заливали химическим реагентом в объеме 50 ml. После истечения трех суток жидкость отфильтровывали, породу просушивали, затем определяли химический состав, результаты которого свидетельствовали о количестве вымытых компонентов и давали возможность выбора этих реагентов, исходя из исходного содержания химико-минералогических компонентов в породе.

В табл. 2 приведены результаты этих исследований, которые показывают, что растворы кислот при воздействии на песчаник вымывают соединения, содержащие железо (1,67 до 89,36%); кальция (от 33,85 до 90,42%); магния (от 18,00 до 70,09%), а также алюминия (от 6,68 до 9,60%). Раствор карбамида вызывает незначительные изменения в химическом составе породы. Следует отметить, что у выбранных кислот наилучшей реакционной способностью обладает раствор соляной кислоты, а между содержанием химико-минералогических компонентов породы и количеством вымытых компонентов в результате воздействия растворов кислот наблюдается определенная связь. На основе корреляционного анализа получены следующие зависимости для комплексона:

$$Q_{Fe_2O_3} = 3,97C_{MgO} - C_{Al_2O_3} - 29,57, \quad (1)$$

$$Q_{Al_2O_3} = 160 \frac{C_{CaO}}{C_{SiO_2}} \cdot \frac{\ln C_{Al_2O_3}}{\ln C_{Fe_2O_3}} - 10,24, \quad (2)$$

$$Q_{CaO} = 86,75 - 4,34C_{Fe_2O_3}, \quad (3)$$

$$Q_{MgO} = 2150,64 \left( \frac{C_{CaO}}{C_{Fe_2O_3}} \right)^2 - 1502,23 \left( \frac{C_{CaO}}{C_{Fe_2O_3}} \right) + 225,78, \quad (4)$$

для сульфосалициловой кислоты:

$$Q_{Fe_2O_3} = 22,73 \left( \ln \frac{10C_{Fe_2O_3}}{C_{CaO} \cdot C_{MgO}} \right)^4, \quad (5)$$

$$Q_{Al_2O_3} = 28,57 \frac{C_{Al_2O_3} - 13,8}{C_{CaO} \cdot C_{MgO}}, \quad (6)$$

$$Q_{CaO} = 91,3 - 27,2 \frac{\left( C_{Fe_2O_3} - C_{Al_2O_3} \right)^2}{C_{SiO_2}}, \quad (7)$$

$$Q_{MgO} = 129 - 40 \left( \frac{C_{Al_2O_3} - C_{CaO}}{C_{MgO}} \right), \quad (8)$$

Таблица 2

Количество вымытых химико-минералогических компонентов из песчаных горных пород при воздействии химически активных растворов

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	CaO, %	MgO, %
Раствор соляной кислоты 6%			
55,83	5,72	90,42	67,13
48,65	9,60	77,27	64,58
37,93	0,68	87,20	70,09
89,36	4,08	87,36	64,29
Раствор сульфосалициловой кислоты 1%			
14,50	0,00	44,30	28,00
5,00	9,96	81,53	20,79
10,34	0,00	63,11	41,12
40,43	2,04	68,41	64,29
Комплексон НТФ 0,5%			
9,00	0,00	0,00	18,00
1,67	6,12	33,85	86,14
6,90	0,99	61,59	57,01
14,89	8,16	49,46	28,57
Раствор карбамида 2%			
0,00	10,07	6,25	6,82
1,12	5,34	4,55	0,00
3,43	0,00	0,00	0,00
0,00	4,08	9,93	15,71
Вода			
0,09	0,36	6,25	5,59
3,03	0,12	0,45	11,99
3,45	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	10,83	0,00

Таблица 3

Количество вымытых компонентов в фильтрате при воздействии соляной кислоты

Время воздействия	Концентр. H <sub>2</sub> CO <sub>4</sub> , %	Вымывание химико-минералогических компонентов, %				Сумма элементов
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	
0,50	0,5	-	-	2,03	1,55	3,58
	2,0	-	-	3,43	2,90	6,93
	4,0	-	-	4,34	3,50	7,84
	6,0	-	-	4,82	3,60	8,42
	8,0	-	-	5,04	4,00	9,04
1,00	0,5	-	-	2,80	2,10	4,90
	2,0	-	-	4,05	3,45	7,50
	4,0	-	-	4,65	3,65	8,30
	6,0	-	-	5,18	3,95	9,13
8,00	0,5	-	-	3,32	4,20	9,52
	2,0	-	-	3,20	2,80	6,00
	4,0	-	-	4,40	3,20	7,60
	6,0	2,70	1,20	4,45	3,45	8,70
	8,0	5,21	1,19	4,85	3,50	12,20
15,00	0,5	-	-	4,80	3,50	14,70
	2,0	-	-	3,55	2,85	6,42
	4,0	-	0,34	4,34	3,50	8,10
	6,0	-	1,10	4,55	4,25	9,90
	8,0	5,60	1,19	4,82	3,35	15,96
24	8,0	7,60	1,70	4,97	4,45	18,72
	0,5	-	-	3,50	2,90	6,40
	2,0	-	0,85	4,34	3,75	8,94
	4,0	6,00	1,23	4,55	4,25	16,00
30	6,0	7,20	1,70	4,90	4,45	18,5
	8,0	9,60	1,87	5,04	4,70	21,2
	0,5	-	0,40	3,30	2,80	8,50
	2,0	1,30	0,45	4,05	3,40	9,20
36	4,0	7,10	1,05	4,55	4,10	18,80
	6,0	8,50	1,27	4,60	4,09	19,40
	8,0	10,00	2,40	4,90	4,50	21,80
	0,5	0,20	0,50	3,20	2,70	6,60
36	2,0	0,67	0,71	4,02	3,50	8,70
	4,0	7,22	1,07	4,32	4,09	16,70
	6,0	9,00	1,65	4,40	4,05	19,1
	8,0	9,60	2,92	4,50	4,48	21,50

Продолжение таблицы 3

Количество вымытых компонентов в фильтрате при воздействии соляной кислоты

Время воздействия	Концентр. H <sub>2</sub> CO <sub>4</sub> , %	Вымывание химико-минералогических компонентов, %				Сумма элементов
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	
0,50	0,5	-	-	2,32	2,25	4,56
	2,0	-	-	4,41	4,35	8,76
	4,0	-	-	4,76	4,80	9,56
	6,0	-	-	5,32	5,30	10,62
	8,0	-	-	5,95	5,35	11,50
1,00	0,5	-	-	3,22	2,25	5,47
	2,0	-	-	5,46	4,00	9,46
	4,0	-	-	5,67	4,10	9,77
	6,0	-	-	6,72	4,50	11,22
	8,0	4,00	-	6,79	4,60	15,39
8,00	0,5	-	-	2,60	3,50	6,10
	2,0	-	-	5,05	4,45	9,50
	4,0	3,44	-	5,46	4,50	13,40
	6,0	4,62	0,20	5,70	4,55	15,07
	8,0	5,85	0,38	6,50	4,70	17,63
15,00	0,5	-	-	3,50	3,20	6,70
	2,0	-	0,17	4,82	4,50	9,49
	4,0	5,80	0,34	5,04	4,65	15,83
	6,0	6,00	0,68	5,25	4,70	16,63
	8,0	6,40	0,68	5,39	4,75	17,22
24	0,5	-	-	4,27	3,50	7,77
	2,0	-	0,30	4,56	4,00	9,80
	4,0	7,40	0,51	4,76	4,15	16,72
	6,0	7,60	0,68	4,83	4,25	17,36
	8,0	7,80	0,68	4,90	4,35	17,73
30	0,5	-	-	4,35	3,45	7,80
	2,0	1,06	0,34	4,50	3,76	9,90
	4,0	7,57	0,55	4,70	3,98	16,80
	6,0	7,50	0,80	4,65	4,05	17,40
	8,0	8,00	0,95	4,80	4,05	17,80
36	0,5	-	-	4,20	3,50	7,70
	2,0	1,39	0,21	4,35	3,75	9,70
	4,0	7,65	0,45	4,50	3,80	16,40
	6,0	8,13	0,69	4,68	3,80	17,30
	8,0	8,07	0,78	4,80	3,95	17,60

для соляной кислоты:

$$Q_{Fe_2O_3} = 25 \left[ \ln(C_{Fe_2O_3} + C_{MgO}) \right] - 140, \quad (9)$$

$$Q_{CaO} = 10 \left[ \ln(C_{Fe_2O_3}) + (C_{MgO} - C_{CaO}) \right] + 49, \quad (10)$$

$$Q_{MgO} = 87,5 - 2,5 \times \left[ \ln(C_{Fe_2O_3}) + \ln(C_{MgO}) + (C_{CaO}) \right], \quad (11)$$

где  $Q_{Fe_2O_3}$ ;  $Q_{Al_2O_3}$ ;  $Q_{CaO}$ ;  $Q_{MgO}$  - содержание соответствующих химико-минералогический компонентов в породе, %.

Эти зависимости верны при следующих граничных условиях:

$$5,80\% \leq C_{Fe_2O_3} \leq 23,50\% \quad (12)$$

$$13,80\% \leq C_{Al_2O_3} \leq 16,66\% \quad (13)$$

$$2,20\% \leq C_{CaO} \leq 5,54\% \quad (14)$$

$$3,64\% \leq C_{MgO} \leq 7,00\% \quad (15)$$

Если в качестве критерия для выбора ПАВ, использовать количество вымытых химико-минералогических компонентов, то наиболее перспективным в этом плане является соляная кислота.

Поэтому представляют интерес исследования по установлению времени воздействия растворов соляной кислоты на количество вымываемых химико-минералогических компонентов.

Суть эксперимента сводилась к следующему: 1 г породы фракцией 1,5 мм обрабатывали порциями по 10 ml раствора соляной кислоты различной концентрации, по истечении определенного времени оценивалось процентное содержание химико-минералогических компонентов в фильтрате.

Результаты этих исследований сведены в табл. 3, которые показывают, что количество вымываемых химико-минералогических компонентов зависит от концентрации и времени воздействия реагента.

Установлено также, что первые 30-60 мин. происходит вымывание только карбонатных включений.

Исключение составляет воздействие соляной кислоты концентрацией 8%, где к концу часа наблюдается вымывание соединений, содержащих железо. Дальнейшее увеличение времени воздействия приводит к вымыванию соединений, содержащих алюминий, железо. Причем явно наблюдается влияние исходных концентраций кислоты.

Полученные данные по ослаблению прочности для крепких песчаных пород при воздействии 0,5% соляной кислоты приводит к вымыванию соединений железа только после истечения 30-36 часов.

Для концентрация 6-8% хватает 8 часов, т.е. увеличение концентрации кислоты приводит в первый момент к различному количеству вымытых соединений, но с увеличением времени количество вымытых минералов стабилизируется. Исследованиями установлено, что при воздействии кислотами низких концентраций (0,5-2%) соединения, содержащие алюминий, вымываются раньше, чем соединения, содержащие железо. Что касается времени воздействия, то основная масса вымытых химико-минералогических компонентов приходится к концу 24 часов.

УДК 622.268.4:622.235

© Уринов Ш.Р., Норов Ж.А., Халимова Н.Д. 2012 г.

## ОСЛАБЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ КРЕПКИХ ГОРНЫХ ПОРОД В ПОДЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ

Уринов Ш.Р., инженер горного бюро ЦНИЛ НГМК, канд. техн. наук; Норов Ж.А., инженер горного бюро ЦНИЛ НГМК; Халимова Н.Д. студентка НГИ

Основными параметрами способа ослабления прочности горного массива химически активными веществами являются: применяемая рабочая жидкость и ее концентрация; режим насыщения горного массива; объем закачки рабочей жидкости; схема расположения нагнетательных скважин и способ их герметизации; схема расположения и монтажа оборудования [1].

Режим насыщения горного массива химически активными веществами зависит от их фильтрационных свойств и технологических задач. Так, при переходе очистным забоем геологического нарушения или проведении подготовительной выработки по породе требуется равномерное ослабление прочности горного массива. Условие это выполняется при нагнетании рабочей жидкости в режиме фильтрации, когда темп нагнетания не превышает естественной приемистости горного массива.

Необходимое количество рабочей жидкости, закачиваемой в породный пласт, определяется из условий заполнения порогового пространства обрабатываемого массива:

$$Q = V \cdot m_{эф}, \quad (1)$$

где  $V$  – предполагаемый объем обрабатываемых пород,  $m^3$ ;

$m_{эф}$  – эффективная пористость пород, в долях единицы: для Карагандинских песчаников  $m_{эф} = (0,05 \div 0,5)m_o$ ;

$m_o$  – общая или открытая пористость в долях единицы.

При ослаблении прочности горных пород труднообрушаемой кровли не обязательно равномерное насыщение породного массива рабочей жидкостью. Достаточно обеспечить раскрытие естественных трещин и заполнить трещины и притрещенные области химически активным раствором, объем жидкости которой определяется по формуле [1]:

$$Q = \kappa \pi R_{эф}^2 \cdot l \cdot m_{эф}, \quad (2)$$

где  $\kappa$  – коэффициент неравномерности заполнения порогового пространства, зависящий от физико-механических свойств пород,  $\kappa = 0,2 \div 0,4$ .

Схема расположения нагнетательных скважин, их длина, углы заложения по отношению к элементам залегания пластов, линии забоя лавы, направление проведения выработки и конфигурации геологического нарушения определяется как решаемыми технологическими задачами, так и многообразием горно-геологических и горнотехнических условий. Герметизацию скважин производят автоматическими герметизаторами.

На рис. 1 представлена принципиальная схема монтажа оборудования для обработки массива горных пород. Рабочая жидкость готовится в смесительной емкости 3. Вода для раствора поступает из противопожарного трубопровода 1. Расход ее контролируется при помощи расходомера 2. Раствор в скважину 8 подается через автоматический герметизатор 9 по высоконапорным шлангам 6 насосом типа УНВ-2 4. Давление нагнетания контролируется при помощи манометров 5 и 7, установленных на насосе и герметизаторе.

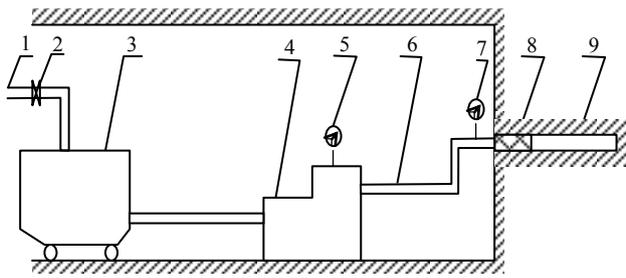


Рис. 1. Схема монтажа нагнетательного оборудования

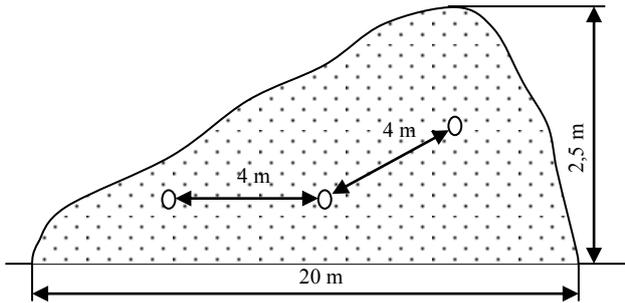


Рис. 2. Расположение шпуров в породе геологического нарушения в очистном забое

Предлагается следующая схема монтажа нагнетательного оборудования для предварительного ослабления прочности массива горных пород: при встрече очистным забоем геологического нарушения типа замещение пласта песчаником, схема приводится на рис. 2.

Длина нагнетательных шпуров диаметром 42 mm выбрана исходя из суточного подвигания линии очистного забоя и составила 4 m. Герметизация устья шпуров производилась автоматическими герметизаторами ГАС-45.

Шпуры бурились с наклоном в сторону почвы пласта. В качестве рабочей жидкости применяли раствор карбамида 2% и для сравнения чистую воду, т.к. песчаник имел глинисто-карбонатный цемент, прочность на сжатие составляла 60,0-68,0 МПа, пористость - 6-8%.

Для обеспечения равномерности обработки нагнетание производили в режиме фильтрации. Параметры нагнетания представлены в табл. 1.

Из обработанного в естественных условиях водой и раствором карбамида породного массива с помощью кернового буривателя были отобраны керны диаметром 52 mm, которые были исследованы на массовую влажность и прочность на приборе БУ-39 по известной методике. В табл. 2 приведены результаты химического способа ослабления прочности песчаника, представленного размывом пласта. Как видно из приведенных данных, ослабление прочности горных пород геологического нарушения позволило перейти это нарушение без снижения нагрузки на очистной забой. При этом, если песчаник в необработанном массиве обладал влажностью 0,80-1,09% и пределом прочности на сжатие 60,0-68,0 МПа, то при обработке его водой влажность составила от 1,03 до 4,03%, а предел прочности на сжатие от 36,0 до 49,5 МПа. При обработке породного массива раствором карбамида влажность составила от 1,1 до 4,2%, а предел прочности на сжатие от 20,0 до 38,0 МПа. Таким образом, при обработке породного массива водой его прочность снизилась на 28-30%; при обработке же массива раствором карбамида на 40-60%.

Выводы:

1. Разработаны эффективные способы ослабления прочности массива крепких песчаных пород с использованием различных типов раствора ПАВ, обеспечивающие повышение эффективности проведения подземных горных выработок.

2. Установлено, что под воздействием рабочих жидкостей водных растворов соляной кислоты, нитротриметилфосфоновой кислоты, сульфосалициловой кислоты и карбамида прочность крепких песчаных горных пород снижается на 40-60%. Наилучшей рабочей жидкостью для ослабления прочности массива крепких песчаных пород с глинисто-карбонатным цементом является раствор карбамида концентрацией 2-4%; для песчаников с карбонатно-

Таблица 1

Параметры обработки породного массива

Рабочая жидкость	Длина шпура, m	Темп закачки, м <sup>3</sup> /с 10 <sup>-3</sup>	Давление на устье, МПа	Объем раствора, м <sup>3</sup>
Вода	4,0	0,16-0,25	5,0-7,0	1,0-1,5
Раствор карбамида	4,0	0,16-0,25	5,0-7,0	1,0-1,5

Таблица 2

Результаты ослабления прочности песчаника

Исследуемая область	Предел прочности на сжатие, МПа	Влажность, %	Средняя добыча, т/д
До нарушения	-	-	1250
В нарушении:			
- без мероприятий	60,0-68,0	0,80-1,08	846
- разупрочнение водой	36,0-49,5	1,08-4,03	1050
- разупрочнение раствором карбамида	20,0-38,0	1,10-4,20	1236

глинистым цементом – растворы сульфосалициловой кислоты – 3%, соляной кислоты – 0,5% и нитрилотриметилфосфоновой кислоты – 0,1%.

3. Апробация химического способа ослабления песчаников при переходе очистным забоем геологи-

ческого нарушения позволило установить, что прочность породы снизилась на 40-60%, что позволило перейти геологическое нарушение без сокращения нагрузки на очистной забой. Средняя добыча составила 1236 t/d.

**Список литературы:**

1. Семенова Л.П., Чурбаков В.Ф. Выбор химически активных растворов с целью дезагрегации крепких песчаников. – В Н.: Научные труды МГИ по проблеме «Физические процессы горного производства» - М.: МГИ, 1984, с.74-76.

УДК 622.24

© Мирзаев А.У. 2012 г.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕНТОНИТОПОДОБНЫХ ГЛИН В КАЧЕСТВЕ БУРОВОГО РАСТВОРА ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН

Мирзаев А.У., заместитель директора по науке НПЦ «Геология драгоценных металлов и урана» НГМК

В настоящей статье рассмотрены перспективы применения бентонитоподобных глин Культабанской свиты верхнего эоцена Кызылкумов в качестве бурового раствора при бурении скважин на примере месторождения «Тамдытау». Одним из важнейших факторов при производстве буровых работ является обеспечение их высококачественным буровым раствором. Чем качественнее буровой раствор, тем ниже его стоимость и ниже расход глинистого материала. При этом качественные и количественные показатели при бурении скважин увеличиваются в разы. Использование для приготовления глинистых буровых растворов низкосортных гидрослюдистых глин в комовом виде, которые по своим параметрам не отвечают требованиям, предъявляемым к буровым растворам при производстве буровых работ, часто приводит к осложнениям при бурении скважин различного характера: прихваты бурового снаряда, образование пробок и сальников, поглощение промывочной жидкости вплоть до катастрофического, низкий процент выноса выбуренной породы (шлама) на поверхность, недопуски при проведении каротажных работ и т.д. Все это зачастую приводит к сложным аварийным ситуациям, срыву производства буровых работ, простоя буровых установок. Ликвидация аварий требует больших трудовых и материальных затрат, по времени это может составлять от нескольких часов до десятков дней. При этом часто эти работы не дают положительных результатов, в скважинах остаётся неизвлеченный дорогостоящий буровой снаряд, УБТ, колонковые наборы, породоразрушающий инструмент, а затем скважина, как правило, перебурируется. Преимущество использования глинопорошка:

1. Возможность приготовления малоглинистых (1050-1090 kg/m<sup>3</sup>) буровых растворов, а также растворов с нормальной плотностью (1090-1400 kg/m<sup>3</sup>).

2. Возможность производства глинопорошка не только естественного (природного) состава, но и модифицированного, т.е. с добавлением хим. реагентов, которые дополнительно улучшают качественные показатели глинопорошка. К таким наиболее доступным и эффективным реагентам относятся: сода кальцинированная (добавляется от 0,2 до 2,0%) на ед. массы глинопорошка, водорастворимый полимер К-4, К-9 и ПАА 7% в виде гелей, производства ОАО «Навои-азот» (добавка от 0,5 до 1,5 %). Эти гели могут добавляться в зумпф при буровой установке или подаваться непосредственно на вход всасывающего патрубка бурового насоса через дозирующее устройство [1, 2].

3. Применение глинопорошка даёт следующие параметры буровых растворов:

- быстрое распускание глинистых частиц за счет большой удельной поверхности и создания коллоидального раствора;
- образование прочной тонкой плотной глинистой корки толщиной до 2 мм;
- повышенные тиксотропные свойства раствора;
- пониженная водоотдача;
- повышенная вязкость;
- стабильный вынос шлама за счет удерживающей способности глинистого раствора, связанный со структурообразованием;
- минимальное содержание абразивного материала и, как следствие, уменьшение износа бурового снаряда, породоразрушающего инструмента и гидравлической части бурового насоса;

**Сорт глинопорошков** **Таблица 1**

Наименование показателей	Сорт			
	1	2	3	4
Удельный вес раствора (при вязкости 25 с по ПВ -5), g/cm <sup>3</sup> , не более	1.06	1.08	1.10	>1.10
Выход раствора при вязкости 25 с по ПВ -5), m <sup>3</sup> /t, не менее	10	8	6	<6
Содержание песка, %, не более	6	7	6	8

- увеличение скорости бурения скважин за счет снижения гидростатического давления столба жидкости на забое скважины;

- при применении глинопорошка для бурения геотехнологических скважин более быстрое их освоение за счет малой глубины проникновения глинистого раствора в пласт.

4. Преимуществом глинопорошка является то, что с его помощью возможно приготовление бурового раствора с нужными параметрами, непосредственно в полевых условиях на буровой установке. Для этого необходимо наличие только тех. воды. Тех. вода на буровые установки может подвозиться из любого ближайшего источника.

5. Следует отметить, что сбои в работе глиновоза часто приводят к значительным простоям буровых установок, а это увеличивает стоимость буровых работ, ведет к срыву выполнения сменных плановых заданий. Имея необходимый запас тех. воды и глинопорошка, возможно свести к минимуму простои буровых установок и тем самым повысить не только производительность труда, но и снизить себестоимость производства буровых работ.

6. Применение глинопорошка успешно решает задачи при бурении скважин любой конструкции, глубины и назначения. Опыт его использования может быть распространен на все подразделения НГМК.

7. Важно обеспечить каждый буровой станок переносной лабораторией глинистого раствора ЛПР-3 или ЛБР-1 для своевременной корректировки параметров бурового раствора непосредственно на скважине.

Глинистые суспензии должны обладать небольшой фильтрацией, способностью образовывать прочные коагуляционные структуры, высокой тиксотропностью и устойчивостью. Основными параметрами для опре-



Рис. 1. Общий вид карьера бентонитоподобных глинистых месторождения «Тамдытау»

деления качества бурового раствора являются: удельный вес  $\gamma$  (g/cm<sup>3</sup>), водоотдача В (см<sup>3</sup>), толщина глинистой корки К (mm), условная вязкость Т (s), статические напряжения сдвига СНС (mg/cm<sup>2</sup>), суточный отстой О (%), количество песка и недиспергированных частиц П (%), водородный показатель (рН).

Основным показателем для определения сортности глинистого сырья является выход бурового раствора (В.Р.) – число кубических метров глинистой суспензии заданной вязкости (25 s), полученной из 1 t сырья [1, 3]. Согласно техническим условиям, для глинистого сырья ТУ 39-044-74 можно выделить, в зависимости от расхода для приготовления 1 m<sup>3</sup> глинистого раствора с заданной вязкостью (25 ± 1 s по ВБР -2), глинопорошки 4-х сортов (табл. 1) [2].

В Навоийской области в настоящее время успешно работает завод ООО «Бентонит» НХК «Узбекнефтегаз» по выпуску бентонитового глинопорошка производительностью 20000 t в год, построенный на базе месторождения бентонитовых глин «Навахор». Вышеуказанный завод имеет международные сертификаты на качество выпускаемой продукции, полностью обеспечивает потребности подразделений НХК «Узбекнефтегаз» в бентонитовом порошке и одновременно экспортирует свою продукцию в Россию, Болгарию, Казахстан и т.д. [4].

В Кызылкумском регионе, кроме вышеуказанного месторождения, имеются следующие три разведанных месторождения бентонитовых и бентонитоподобных глин:

- месторождение «Азкамар» (находится в Кызылтепинском районе Навоийской области);
- месторождение «Улус» (находится в Нуратинском районе Навоийской области);
- месторождение «Тамдытау» (находится в 5 km от карьера Мурунтау) (рис. 1).

Кроме того, в Кызылкумском регионе имеется более 10 проявлений бентонитовых глин категории Р<sub>1</sub> - Р<sub>2</sub>, пригодных к применению при изготовлении бурового раствора. Для разведки и разработки этих проявлений требуется получение в установленном порядке лицензии на право производства работ.

Из вышеперечисленных четырех месторождений наибольший практический интерес представляет месторождение «Тамдытау», находящееся на балансе ЦРУ НГМК. Здесь, согласно лицензии № 62, осуществляется добыча глин, которые используются для приготовления бурового раствора при бурении скважин в подразделениях ЦРУ и ЮРУ. Бентонитоподобные глины в целом слагают основную часть разреза средне-позднеэоценовой алай-туркестанской, позднеэоценовой рихтан-ханабадской и раннеэоценовой сузакской ритмосвит Центральных Кызылкумов. Имеют в основном зеленую, зеленовато-серую окраску. Текстура тонкоплитчатая. В минеральном составе содержание гидрослюда сопоставимо содержанию монтмориллонита [5].

Тамдытауское месторождение бентонитоподобных глин находится в Тамдынском районе Навоийской

области, в 23 км к юго-востоку от г. Зарафшана, в 7 км к юго-западу от поселка Мурунтау.

Бентонитоподобные глины Культабанской свиты верхнего эоцена, Тамдытауского месторождения имеют пластовую залежь, пологопадающую под углом 8-12° на юго-восток. Вскрытая мощность полезной толщи 23,5÷28,0 м. С поверхности полезная толща перекрыта четвертичными отложениями (эоловые пески, песчано-гравийный материал временных водотоков) мощностью 0,5÷2,5 м [3].

Геологоразведочные работы в виде детальной разведки проведены силами Центрального рудоуправления НГМК в 1996-97 гг. Промышленные запасы в количестве 1455 тыс. т утверждены в ГКЗ РУз (протокол № 115 от 14.07.1998 г). Плановые потери при добыче - 1,0%, разубоживание отсутствует. Плотность разведочной сети между линиями составила 64,0÷94,0 м и по состоянию изученности разведанные запасы классифицируются по категории В.

Результаты лабораторно-технологических испытаний показали, что по качеству бентонитоподобные глины Тамдытауского месторождения в естественном виде соответствуют требованиям ГОСТ 25795-83 «Сырьё глинистое в производстве глинопорошка для буровых растворов» и ТУ 39-044-74 «Сырьё глинистое», отвечая маркам Б-6 или 4-му сорту [3]. Кроме того, бентонитоподобные глины после их обработки (активации) раствором серной кислоты, 10% концентрации, отвечают требованиям ТУ РУз 10-70-96 и могут использоваться в качестве адсорбента при очистке (отбеливании) растительных масел при расходе 3,0÷6,0% от веса масла [3]. Физико-механические свойства глин по месторождению:

- плотность,  $g/cm^3$  - 2,61÷2,72;
- объемная масса,  $g/cm^3$  - 1,96;
- предел прочности при расколе,  $kg/cm$  - 3,0÷10,0;
- предел прочности при сжатии в естественном состоянии, МПа - 14,0÷22,1;
- коэффициент разрыхления - 1,31;
- естественная влажность бентонитовых глин - 29,6%.

Изучение физико-механических и технологических свойств бентонитоподобных глин месторождения Тамдытау с целью их использования для приготовления буровых растворов проведено со стороны Научно-производственного геолого-геофизического центра под руководством кандидата химических наук Г.Г. Бойко. Испытания проводились на материале 15 мало-

Таблица 2

Рецептуры буровых растворов

	Раствор I	Раствор II
Расход глины	177 $kg/m^3$	172-198 $kg/m^3$
Плотность	1,11-1,13 $g/cm^3$	1,10-1,12 $g/cm^3$
Водоотдача	5-6 $cm^3$	15-17 $cm^3$
Вязкость	26-28 s	25 s
Толщина корки	1 mm	1,5 mm
Вода	818 $l/m^3$	821-795 $l/m^3$
Сода	-	7,2 $kg/m^3$
К-9 (10%)	5 $kg/m^3$	

объемных и 3 технологических проб. Глинистое вещество полиминеральное и состоит из монтмориллонита 15÷40%, каолинита 10÷19% и иллита 15÷25,5%. Общее количество глинистых минералов (включая иллит) варьирует от 55 до 72%.

Полезное ископаемое можно отнести к бентонитоподобным полиминеральным глинам [3]:

- по содержанию водорастворимых солей к группе с высоким содержанием;

- по пластичности - к высокопластичным.

Бентонитовое число и коллоидальность изученных глин выше, чем у глин Южного Узбекистана (Дехканабад, Хаудаг). Со стороны специалистов Научно - производственного геолого-геофизического центра в результате комплексного исследования были рекомендованы рецептуры буровых растворов, на основе проб 2 т, 3 т, 4 т месторождения «Тамдытау» (табл. 2).

В 2012 г. НПЦ «Геология драгоценных металлов и урана» НГМК запланировано строительство цеха по выпуску бентонитового глинопорошка на базе месторождения «Тамдытау», что позволит обеспечить и оперативно решать все основные проблемы, связанные с приготовлением качественного бурового раствора.

Примерная месячная потребность НПЦ «Геология драгоценных металлов и урана» в бентонитовом глинопорошке составляет 600÷700 т в месяц из расчета расхода глинопорошка на одну скважину средней глубиной 300÷350 м 7÷8 т, в зависимости от сложности геологического разреза.

Таким образом, примерная годовая потребность НПЦ составляет 8000÷10000 т. Если учесть объем буровых работ добычных (технологических) скважин подземного выщелачивания урана в подразделениях НГМК, то примерная годовая потребность на бентонитовый глинопорошок составит около 20000 т.

Список литературы:

1. Акрамходжаев А.М., Турапов М.К., Саидходжаев Ш.Г., Муксинов Т.Х. Глины и глинистые минералы и их применение при бурении глубоких скважин в осложненных условиях Узбекистана. - Ташкент: «Фан», 1978. - 80с.
2. Бойко Г.Г. и др. Изучение физико – механических и технологических свойств бентонитоподобных глин месторождения Тамдытау с целью их использования для приготовления буровых растворов. Отчет Научно – производственного геолого – геофизического центра. Ташкент. - 1997. - 75с.
3. Жуховицкий С.Ю. Промывочные жидкости в бурении – М.: «Недра», 1976. – 158 с.
4. Мирзаев А.У., Чиникулов Х., М.А. Алтаев. Седиментационная обстановка глинонакопления в средне-позднеэоценовом морском бассейне Кызылкумов. // Геология Казахстана. – Казахстан, 2002. – № 5. – 34-48с.
5. Мирзаев А.У. Применение бентонитовых глин аллотипенно – трансформированного генезиса месторождения «Навбахор» в качестве бурового раствора. // Материалы научно – технической конференции «Инновационные технологии горно – металлургической отрасли». Навои – 2011. – 34 -38с.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

**Мехтиев Т.Т.**, начальник рудника ЦКВЗ Центрального рудоуправления НГМК; **Борисов В.В.** начальник ПТБ рудника ЦКВЗ Центрального рудоуправления НГМК; **Янцен В.А.**, инженер ПТБ рудника ЦКВЗ Центрального рудоуправления НГМК

История промышленного применения извлечения золота способом кучного выщелачивания на территории Республики Узбекистан не насчитывает и двадцати лет, но за этот короткий срок достигнуты значительные результаты. На сегодняшний день кучное выщелачивание – это самая передовая технология в золотодобывающей промышленности, подтверждающая высокую технико-экономическую эффективность. По сравнению с традиционными технологиями кучное выщелачивание характеризуется низкими капитальными вложениями и эксплуатационными затратами, меньшим энерго- и водопотреблением, высокой производительностью труда, низкой себестоимостью добычи золота, что позволяет вовлекать в отработку бедное золотосодержащее сырье.

Рудник ЦКВЗ (Цех кучного выщелачивания золота) Центрального рудоуправления НГМК является пионером в Узбекистане по промышленному извлечению золота способом кучного выщелачивания. В настоящее время на подушку выщелачивания (ПВ) рудника ЦКВЗ уложен агломерированный рудный материал объемом более 214 млн. т (рис. 1). В начале 2012 г. введена в эксплуатацию пятая фаза подушки выщелачивания в рамках выделенных для продления сроков жизни рудника ЦКВЗ дополнительных 100 млн. т золоторудной горной массы.

Основной задачей рудника является переработка золотосодержащей забалансовой руды со складов карьера Мурунтау. Извлечение драгоценного металла происходит методом кучного выщелачивания, который позволяет рентабельно вовлекать в эксплуатацию руды с низким содержанием золота. При использовании данной технологии на руднике ЦКВЗ получают сплав Доре, который затем проходит аффинаж

или очищение от сопутствующих металлов, таких, как серебро и свинец на ГМЗ-2.

Добыча руды из забалансовых складов рудника Мурунтау производится с применением бульдозеров CAT D10R и фронтальных погрузчиков CAT 992 с первичным дроблением руды в дробильно-сортировочном комплексе LT 160, а протяжённость конвейерной линии доставки руды на участок дробления более 6-ти км (рис. 2). На участке дробления руда проходит 3 стадии просеивания и дробления при помощи грохотов, конусных и центробежных дробилок. Готовый класс руды -3,35 мм агломерируется с добавками извести, воды и цемента и системой стационарных и передвижных конвейеров доставляется на ПВ (рис. 3), где на выровненной поверхности руды монтируется система орошения выщелачивающих растворов. Проходя сквозь рудный штабель цианосодержащий раствор насыщается золотом из дренажной системы с дебетом до 40 тыс. м<sup>3</sup>/д поступает на участок осаждения и готовой продукции.

Специалистами рудника ведётся постоянная работа как по модернизации применяемого оборудования, так и по разработке и внедрению новых методик в кучное выщелачивание. Так, проведённые расчёты и натурные исследования по устойчивости бортов ПВ позволили увеличить ёмкость рудного штабеля за счёт закладки рудным материалом нерабочих берм. Для отсыпки высокоярусной ПВ для снижения водопотребления и увеличения эффективности выщелачивания разработано обоснование создания промежуточных дренажных систем без создания изолирующей мембраны. Разработка процедуры орошения склонов ПВ позволила увеличить извлечение недовыщелоченного рудного материала. По-

вторное орошение лежалой руды 6 яруса ПВ, прошедшей цикл выщелачивания, позволило извлечь дополнительное количество золота. Создано опытно-промышленное отделение локально-сорбционных установок, использующих традиционную для НГМК технологию сорбции золота из растворов ПВ на ионообменную смолу.

Проводятся исследовательские работы по внедрению замкнутой цепочки по осаждению золота из растворов довы-

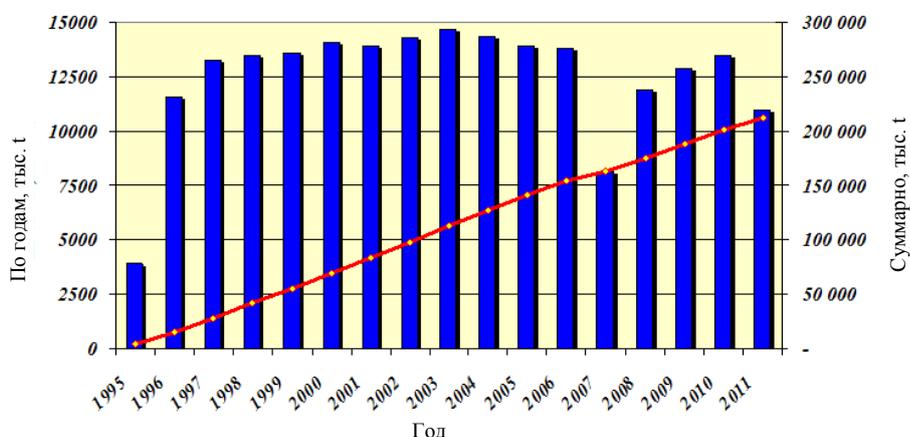


Рис. 1. Укладка руды на подушку выщелачивания



Рис. 2. Добыча руды из забалансовых складов

щелачивания лежалой руды, обогащённых серебром, на активированный уголь.

Для снижения валютных затрат разработана и внедрена программа локализации запчастей и материалов. Одним из направлений этой работы стал переход на отечественные капиллярные трубки, фитинги и раствороподводящие трубы диаметром 90-150 мм для орошения рудного штабеля.

По этому направлению ведется работа с отечественным производителем ташкентской фирмой «МАКСУС ПОЛИМЕР». Совместные работы с фирмой «GAUCH» позволили по 75-ти позициям перейти на отечественные запчасти. Среди них жизненно необходимые для производства сита всех стадий просеивания рудного материала. ПО НМЗ НГМК освоило выпуск 150 позиций запчастей, изготавливая футеровку всех типоразмеров для дробилок импортного производства. Специалистами рудника спроектирована и при активной помощи ПО НМЗ изготовлена комбинированная дробилка на базе привода штатной дробилки SEMCO и дробильного комплекса россий-



Рис. 3. Укладка измельчённой и агломерированной руды на подушку выщелачивания

ского производства ДЦ-1,6. Активно внедряется в производство инновационная идея специалистов ПО НМЗ и рудника ЦКВЗ о применении цельнолитых роторов дробилок выхода руды готового класса, что позволит значительно снизить как номенклатуру футеровочных элементов, так и трудозатраты при эксплуатации, а так же увеличить производительность четвертичного дробления.

Таким образом, прилагаемые усилия работников рудника ЦКВЗ по модернизации производства позволяют в дальнейшем повысить производительность рудника по главному показателю работы коллектива – выпуску готовой продукции.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ БИООКИСЛЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СУЛЬФИДНЫХ РУД НА ГМЗ-3

Санакулов К.С. – генеральный директор НГМК, докт. техн. наук; Эргашев У.А. – главный технолог Северного рудоуправления НГМК, канд. техн. наук

Руды месторождений Кокпатас и Даугызтау отнесены к сульфидным. Золото в данных рудах находится в тесной ассоциации с сульфидными минералами (арсенопиритом и пиритом), и для вскрытия такого золота можно использовать технологию бактериального окисления сульфидов. Поэтому в проекте предусмотрена технология бактериального окисления сульфидов, при которой золото должно освободиться и быть доступным для цианистых растворов.

В соответствии с проектом строительства ГМП на базе золоторудных месторождений Кокпатас и Даугызтау в 2008 г. завершено строительство первой очереди технологической схемы ГМЗ-3 с применением технологии бактериального окисления (биоокисление). Проектом предусматриваются следующие основные технологические показатели схемы биоокисления:

- годовая переработка руды - 2600 тыс. т;
- выход флотоконцентрата – 14%;
- извлечение золота во флотоконцентрат – 89%;
- извлечение золота в готовую продукцию от руды (сквозное извлечение) – 88,8% (из них 82,77% на сорбции продукта биоокисления и 6,03% на сорбции хвостов флотации);
- максимально возможная нагрузка на схему биоокисления по сере сульфидной – 214 t/d.

Принципиальная схема биоокисления приведена на рис. 1. Основным недостатком является низкое фактическое извлечение золота из продукта биоокисления (биокека), составляющее - 50÷55%. Анализ существующей схемы выявил основные объективные причины неудовлетворительных технологических показателей переработки золотомышьяковистых сульфидных руд в условиях ГМЗ-3:

- несоответствие жестких требований (постоянство вещественного состава перерабатываемых руд) выбранной технологии бактериального окисления и реально существующего разнообразия руд месторождений Кокпатас и Даугызтау (40 различных рудных тел);

- наличие значительного количества (15÷20%) в рудах месторождений Кокпатас и Даугызтау углистого золота, которое не извлекается методом биоокисления;

- вынужденная перегрузка схемы биоокисления по сере сульфидной;

- тесная ассоциация по типу «взаимопрорастания» сульфидов и углистого вещества.

Названные основные недостатки схемы биоокисления влекут за собой целый ряд отрицательных факторов в последующих технологических операциях:

- обильное пенообразование на операциях защелачивания и сорбционного цианирования, приводящее к невозможности подачи необходимого количества воздуха для окисления;

- в продукте биоокисления содержится значительное количество не-

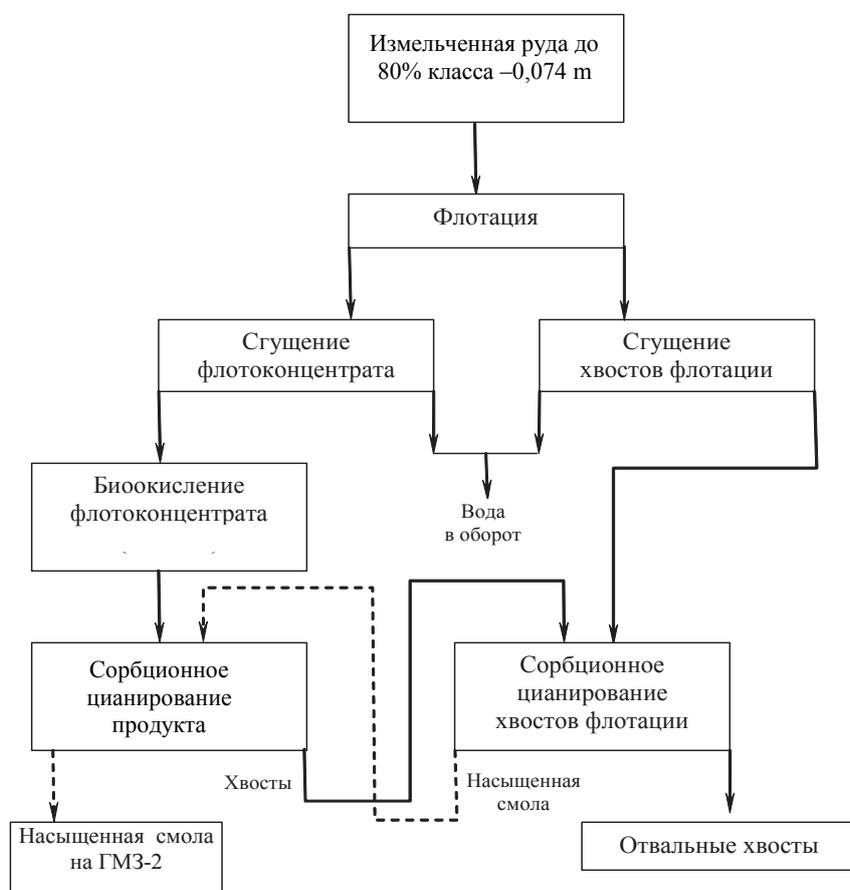


Рис.1. Принципиальная схема переработки сульфидных руд на ГМЗ-3

доокисленных серосодержащих веществ, приводящих к повышенному расходу цианида натрия и образованию роданистых соединений, которые препятствуют сорбции золота на операции сорбционного цианирования и являются причиной повышенных хвостов сорбции и низкого насыщения смолы.

Для определения причин данной проблемы ниже рассмотрены несколько вопросов (рис. 1-6).

Для нормального протекания процесса бактериального окисления необходимы следующие основные условия:

- постоянство состава руды по пириту и арсенипириту;
- постоянство соотношения пирита и арсенипирита в руде;
- постоянство содержания карбонатов в руде;
- постоянство электрохимических и электрофизических свойств пирита и арсенипирита в руде.

При бактериальном окислении микроорганизмы адаптируются (приспосабливаются) к химическому составу и соотношению окисляемых минералов и их свойствам. Резкое изменение одного из вышеназванных условий приведет к лизиусу (вымиранию) колоний микроорганизмов, следствием которого является обильное пенообразование в технологическом процессе и прекращение процесса биоокисления.

На ГМЗ-3 перерабатываются руды двух месторождений Кокпатас и Даугызтау, причем шихта, поступающая на переработку, постоянно изменяется (рис. 2).

Как видно из графика, при переработке руды с одного месторождения (Кокпатас) извлечение стабильно, но с увеличением в шихте доли руд месторождения Даугызтау извлечение золота резко уменьшается.

Таким образом, технология бактериального окисления для условий ГМЗ-3 с точки зрения постоянства вещественного состава и смешивания руд двух различных месторождений Кокпатас и Даугызтау, малопримлема, необходима новая комбинированная технология окисления сульфидов для ГМЗ-3.

Однако, проведенные исследования показывают, что даже после бактериального окисления сульфидные руды месторождений Кокпатас и Даугызтау содержат до 25% неизвлекаемого цианированием золота.

Согласно исследованиям института «ИРГИРЕДМЕТ» (Россия), после

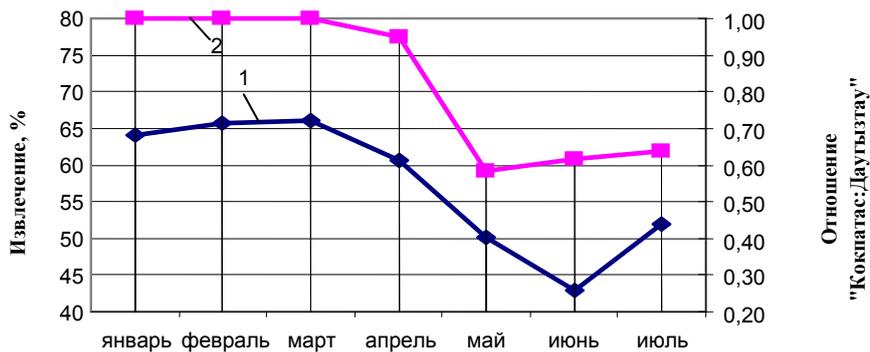


Рис.2. Зависимость извлечения золота от соотношения руд месторождений Кокпатас и Даугызтау: 1- соотношение "Кокпатас:Даугызтау", от.ед; 2 - извлечение золота из сульфидных руд, %

окисления сульфидов в продукте биоокисления остается до 14% неизвлекаемого золота, из которых 12% составляет углистое золото. Дальнейшие исследования показали, что доля углистого золота в сульфидных рудах месторождения Даугызтау достигает 30%. Исследования, выполненные специалистами НГМК, показали наличие в рудах месторождений Кокпатас и Даугызтау углистого золота до 15% от общего.

Таким образом, одной из причин низкого извлечения золота на ГМЗ-3 является наличие в рудах месторождений Кокпатас и Даугызтау углистого золота неизвлекаемого методом бактериального окисления.

Проектными решениями удовлетворительное окисление сульфидов будет осуществляться при соблюдении следующих основных показателей:

- максимальная нагрузка на действующих установках по сере сульфидной не должна превышать 214 т в сутки;
- максимальное содержание серы сульфидной во флотоконцентрате не должно превышать 21%.

Рассмотрим зависимость извлечения золота от нагрузки на схему биоокисления по сере сульфидной (рис. 3). Из графика видно, что при превышении проектной нагрузки на схему биоокисления по сере сульфидной, извлечение золота значительно уменьшается. Следовательно, превышение нагрузки на схему

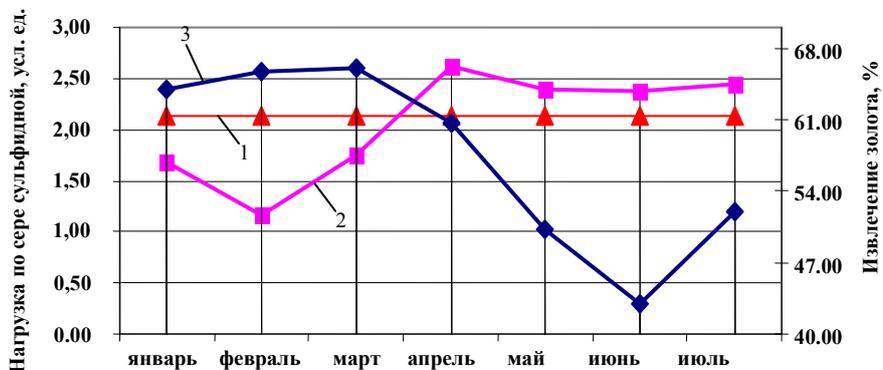


Рис. 3. Зависимость извлечения золота от нагрузки на схему биоокисления по сере сульфидной: 1- проектная нагрузка на схему биоокисления по сере сульфидной, т/сут; 2 - фактическая нагрузка на схему биоокисления по сере сульфидной, т/сут; 3 - извлечение золота, %

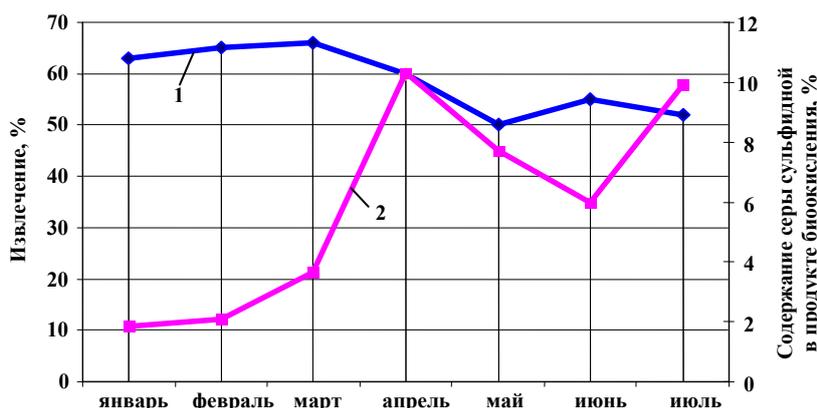


Рис. 4. Зависимость извлечения золота от содержания серы сульфидной в продукте биоокисления: 1 - извлечение золота, %; 2 - содержание серы сульфидной в продукте биоокисления, %

биоокисления по сере сульфидной, при существующих условиях, нежелательно. С увеличением нагрузки на схему биоокисления содержание серы сульфидной в продукте биоокисления линейно увеличивается и, как следствие, уменьшается извлечение золота (рис. 4).

С 2009 г. на ГМЗ-3 интенсивно ведутся опытно-промышленные работы по оптимизации технологических переделов. Налажена подготовка руды к флотации в измельчительном отделении, дополнительно построена опытно-промышленная линия межцикло-вой флотации, введены в эксплуатацию опытно-промышленные узлы фильтрации биокека и фильтрации флотоконцентрата с последующим доизмельчением.

Перечисленные работы положительно отразились на технологических показателях завода, однако к кардинальному повышению извлечения золота не привели.

Для нормализации переработки сульфидных руд в условиях ГМЗ-3 необходима новая технология окисления флотоконцентрата, которая стабильно работает при любых изменениях вещественного состава исходной руды, вскрывает углистое золото, не образует цианисидов (поглотителей цианистого натрия) и снижает расход смолы.

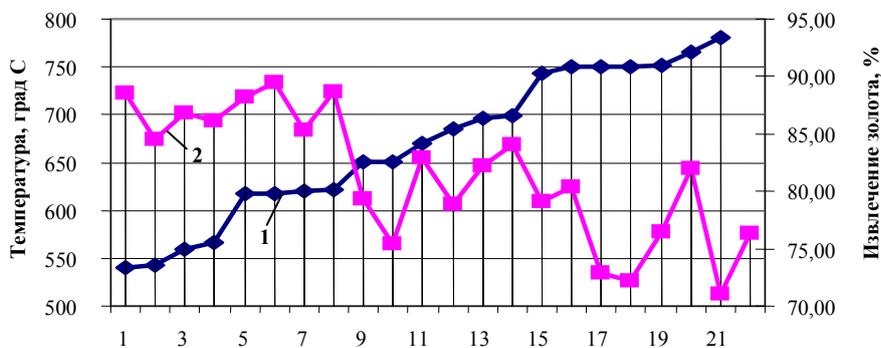


Рис. 5. Зависимость извлечения золота от температуры обжига: 1 - температура обжига, град С; 2 - извлечение золота, %

Анализ данных научно-технической информации позволил сделать вывод о том, что окислительный обжиг флотоконцентрата позволяет исключить все перечисленные недостатки бактериального окисления.

Учитывая положительную роль процесса биоокисления, связанную с выводом значительной части мышьяка из продукта биоокисления, специалистами НГМК было принято решение о комбинированном варианте окисления сульфидных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау. На начальном этапе окисление флотоконцентрата осуществляется по схеме биоокисления, при котором вскрывается сульфидное золото, значительная часть мышьяка растворяется и затем переводится в твердое состояние в виде нерастворимого скородита ( $FeAsO_4$ ).

Затем продукт биоокисления с низким содержанием мышьяка подвергается окислительному обжигу, при котором вскрывается углистое золото, окисляется оставшаяся сульфидная сера, уничтожаются продукты метаболизма микроорганизмов. Продукт окислительного обжига направляется на сорбционное цианирование золота из огарка.

Положительные результаты лабораторных исследований по обжигу осадков биокека и последующему сорбционному выщелачиванию золота из огарка позволили перейти к опытно-промышленным испытаниям на сушильно-обжиговой установке (СОУ). СОУ предназначена для проведения опытно-промышленных испытаний по сушке, обжигу и сорбционному цианированию полученных огарков с производительностью 100÷250 кг/ч.

Общая длина печи 20 м, в том числе 8 м зона сушки и 12 м зона обжига. Диаметр печи 1 м, наклон 2 градуса, скорость вращения 6 об/мин. Время нахождения продукта в печи при загрузке 100 кг/ч составляло 55 мин, в т.ч. в зоне обжига 35 мин. Нагрев печи проводился с помощью тенов, установленных в обжиговой зоне. Термодатчики были установлены в газоходе, в переходной зоне и три термодатчика в обжиговой зоне.

В обжиговую зону подавали сжатый воздух, расход которого контролировали. Огарок поступал в репульпатор с водой, откуда отбирали пробы для цианирования. Оставшаяся часть огарка после установления необходимой плотности отключалась на сорбционное цианирование в цех на колонку.

Условия цианирования огарков:

- в лабораторных 3-х литровых пачуках: pH = 10,8÷11,0; [NaCN]

= 1000 mg/l, загрузка смолы 3%; время 16 ч без предварительного измельчения (ЦЗЛ ГМЗ-3); время 24 h и предварительное измельчение до – 0,044 mm (ЦНИЛ);

- в полупромышленном 100 литровом пачуке: pH = 10,8÷11,0; [NaCN] = 500 mg/l, загрузка смолы 3%, время 16 h (ЦЗЛ ГМЗ-3) без предварительного измельчения огарка.

Для определения вредных веществ в отводимых газах на установке во время испытаний определялись:

- содержание пыли;
- содержание трехоксида мышьяка;
- содержание сернистого газа.

В газоходе через специальное отверстие выводились газы и пыль и последовательно пропускались через бумажный фильтр 1, бумажный фильтр 2 и барботер с раствором едкого натра (5%). Бумажный фильтр 1 очищал газы от крупнодисперсных частиц пыли, бумажный фильтр 2 был предназначен для отделения тонкодисперсных частиц, барботер с раствором щелочи поглощал трехокись мышьяка.

В процессе испытаний было проведено 19 опытов с различными режимами обжига. Время каждого опыта находилось в пределах 12÷24 h.

Исходным продуктом технологической схемы СОУ являлся кек фильтрации продукта биоокисления (далее биокек). Золото в биокеке в основном находится в свободном состоянии (50÷70%), и такое золото хорошо цианируется. Основным нецианируемым золотом является углистое золото (10÷15%), сульфидное золото (5÷10%) и тонковкрапленное золото (5%). Золото, покрытое окислами железа и мышьяка (10%), цианируется частично.

Продуктом обжига биокека является огарок.

1. Физические свойства огарка: влажность – 0%, цвет – красно-коричневый, материал сыпучий, легко фильтруется, рН вытяжки – 8,0÷8,2.

2. Гранулометрический состав огарка:

- +0,15mm ..... 1,5%;
- 0,15mm +0,074mm ..... 15%;
- 0,074mm ..... 13,5%;
- 0,044mm ..... 70%.

3. Химический состав огарка:

S <sub>общ.</sub> %	S <sub>s.</sub> %	C <sub>общ.</sub> %	C <sub>орг.</sub> %	As <sub>общ.</sub> %
4,0-7,0	0-0,2	1,0	0,1-0,3	0,5-0,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO
15,0%	19,0%	40,0%	0,7%	8,0%

4. Минералогический состав огарка (расчетное по стехиометрии):

- глинистые минералы (каолин) ..... 60%;
- гипс ..... 20%;
- гематит и гидроокись железа ..... 15%;
- магнетит ..... 0,1%;
- скородит ..... 5%;
- углистые минералы ..... 1%.

5. Удельный вес огарка – 2,6 t/m<sup>3</sup>, насыпной вес

огарка – 1,75 t/m<sup>3</sup>.

6. Форма нахождения золота в огарке:

Золото в огарке в основном находится в свободном состоянии (80%), и такое золото хорошо цианируется. Основным нецианируемым золотом является золото, покрытое окислами железа и мышьяка (12%), тонковкрапленное золото (7%), углистое и сульфидное золото в огарке незначительное количество (по 0,5%).

По результатам рационального анализа продукта биоокисления и огарка расчетное извлечение золота при цианировании составляет – 50÷70% для продукта биоокисления и 80% для огарка. Таким образом, минимальный прирост извлечения золота после обжига составляет 10%.

Зависимость извлечения золота от температуры обжига показана на рис. 5. Температура обжига оказывает решающее влияние на извлечение золота из огарков. И хотя при температуре обжига (первая зона) 650÷743<sup>0</sup>C углерод выгорает более полно (остаточное содержание C<sub>орг.</sub>=0,15÷0,16%), чем при температуре 570-600<sup>0</sup>C (остаточное содержание C<sub>орг.</sub>=0,58÷0,67%), извлечение золота из огарка выше при температуре обжига 570÷600<sup>0</sup>C. Это объясняется тем, что при температуре 650÷743<sup>0</sup>C происходит образование скородитовых плёнок, препятствующих цианированию золота.

Таким образом, в результате проведения опытно-промышленных испытаний по обжигу продукта биоокисления и последующему сорбционному цианированию огарков установлено:

- окислительный обжиг продукта биоокисления увеличивает извлечение золота на 5÷10%;
- окислительный обжиг уменьшает расход цианистого натрия в 4÷5 раз.

Определяющее значение на извлечение золота оказывает температура обжига. Наилучшие показатели по извлечению золота (85÷88%) получены при температуре обжига 570÷600<sup>0</sup>C.

Изучено влияние предварительной щелочной обработки огарка на извлечение золота при последующем сорбционном выщелачивании. Установлено, что при температуре обжига 570÷580<sup>0</sup>C осуществление щелочной обработки огарка приводит к незначительному снижению содержания золота в хвостах цианирования: с 5,7÷6,1 g/t до 4,6÷5,1 g/t.

Изучено влияние условий цианирования огарка на извлечение золота. Показано, что схема с предварительным цианированием и схема «смола в голову процесса» обеспечивают одинаковые показатели по извлечению золота, что свидетельствует об исключении сорбционной роли углистого вещества в огарке.

Изучено влияние дополнительного измельчения огарка на извлечение золота при последующем сорбционном выщелачивании. Установлено, что предварительное доизмельчение огарка до класса – 0,044 mm (100%) не приводит к повышению измельчения золота.

Измерения концентраций вредных веществ в выбросных газах на опытно-промышленной установке обжига продукта биоокисления показали, что при строительстве промышленной установки необходимо предусмотреть очистку выбросных газов от мышьяковистого ангидрида, сернистого ангидрида и неорганической пыли.

С учётом результатов опытно – промышленных испытаний, проведённых на ГМЗ-3 в июле – октябре 2010 г., была разработана принципиальная схема переработки продукта биоокисления, включающая следующие основные технологические операции: фильтрацию биокека, сушку биокека, обжиг биокека и сорбционное цианирование огарка и других продуктов обжига (пыли огарка и продуктов щелочной очистки отходящих газов).

Промышленное внедрение схемы обжига продукта биоокисления было начато 23.10.10 г. без предварительной сушки кека биоокисления. Кек биоокисления с остаточной влажностью 35÷40% направлялся из бункера в шнековый питатель и далее в обжиговую печь. Анализ показывает, что обжиг продукта биоокисления с влажностью 35÷40%, т.е. без предварительной сушки, не обеспечивает требуемых показателей как по производительности, так и по качеству получаемых огарков.

Проанализировав полученные результаты, было решено усовершенствовать технологическую схему, включив в неё операцию сушки продукта биоокисления перед направлением его в обжиговую печь.

За основу была взята сушилка, выпускаемая промышленностью, в конструкцию которой были внесены следующие основные усовершенствования: длина печи увеличена до 23,5м; со стороны подачи топочных газов выполнена внутренняя футеровка; сразу за футеровкой установлены цепи; часть подъёмных лопастей и спиральных лопастей удалена.

Сушилка была установлена под углом 3,5° и вращалась со скоростью,  $n=3,33$  об/мин.

Нагрев кека биоокисления проводился газами от сгорания природного газа с помощью теплогенератора.

Процесс сушки контролировался температурой загрузки и температурой отходящих газов. Температура регулировалась расходом газа и воздуха.

Основной целью сушки явилось получение продук-

та сушки с влажностью, обеспечивающей эффективное проведение операции обжига при минимальном содержании пыли в отходящих газах сушки. Ранее было установлено, что оптимальной влажностью продукта сушки является влажность 12÷16%. При этой влажности пылевывос с обжиговой печи был минимален.

Установленная сушилка удовлетворительно справлялась с поставленной целью – снижала влажность в продукте биоокисления с 35÷40% до требуемой влажности 12÷16% при нагрузке от 3,5 до 21 т/ч.

Промышленное освоение технологии обжига с предварительной сушкой продукта биоокисления проводилось с использованием вращающейся обжиговой печи, схематическое изображение которой представлено на рис. 6.

Продукт биоокисления после сушки поступал с помощью конвейера в шнек – питатель, и далее – печь. Печь снабжена четырьмя термопарами, расположенными в следующей последовательности со стороны разгрузки огарка:  $T_1 - 4$  м;  $T_2 - 10$  м;  $T_3 - 36$  м и  $T_4 - 72$  м. Дополнительно установлены термопары в камере розжига и на выходе из печи для измерения температуры отходящих газов. В камере розжига установлен датчик разряжения. Полученный в результате обжига горячий огарок смывался водой по желобу в репульпатор.

Промышленное внедрение технологии обжига можно условно разделить на два этапа:

I этап - сжигание газа осуществлялось в камере сжигания, представляющей собой кирпичный домик (с 01.12 по 27.12 2010 г.);

II этап – сжигание газа проводилось с помощью промышленного газомазутного теплогенератора ТГ - 11,63 Гц/м (ТГМ - 10) (с 08.01 по 15.01.2011 г.).

В соответствии с картой опробования проводился контроль следующих параметров:

- значения температур обжиговой печи:  $T_1, T_2, T_3, T_4, T$  в камере сгорания,  $T$  отходящих газов;
- расход газа в обжиговой печи;
- значения температур сушильной печи:  $T$  топки,  $T$  загрузки,  $T$  отходящих газов;
- влажность продукта сушки (пробы отбирались с конвейера);
- питание обжига (путём отбора проб с определён-

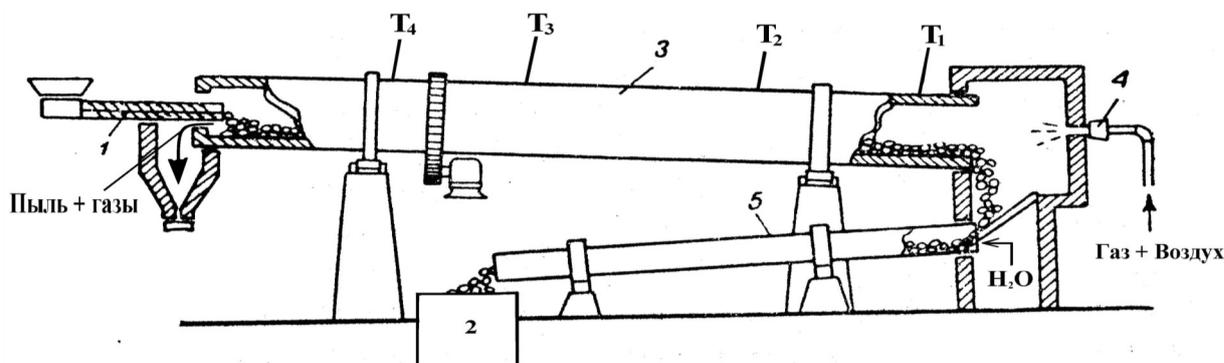


Рис. 6. Схема вращающейся обжиговой печи: 1 – шнек – питатель; 2 - репульпатор огарка; 3 – печь; 4 – горелка; 5 - желоб для разгрузки огарка;  $T_1 - T_4$  – термопары

ной длины конвейера);

- содержание в пробах огарка  $Au$ ,  $S_s$ ,  $C_{орг}$ ;
- содержание в хвостах сорбционного цианирования  $[Au]$  (твёрдая фаза),  $[Au]$  (жидкая фаза) и  $[CNS]$  (жидкая фаза).

I –й этап. Анализ показывает, что приемлемые показатели по извлечению золота из огарка ( $E=83\div 91\%$ ) достигаются при питании обжига  $5,5\div 7,5$  t/h. При этих нагрузках получаемый в результате обжига огарок содержит  $C_{орг}=0,03\div 0,1\%$  и  $S_s=0,1\div 0,3\%$ , а хвосты сорбционного цианирования составили  $4,4\div 6,1$  g/t.

На I –м этапе промышленного освоения технологии обжига была также установлена нецелесообразность дальнейшего использования самодельной камеры сгорания газа, выполненной в виде кирпичного домика, ввиду вибрации стенок и деформации стального листа, предохраняющего потолок. Было принято решение провести реконструкцию этого узла обжиговой печи, установив промышленный газомазутный теплогенератор ТГ -11,63 Гц/м (ТГМ -10).

На I –м этапе промышленного освоения технологии обжига пыль с пылевой камеры обжига, пыль циклонов и пульпа с барботёра в виде объединённой пульпы направлялись вначале на узел противоточной декантационной отмывки биокека (ПТД). Однако ввиду образования устойчивой мути в верхнем сливе ПТД-1, было принято решение направить эти продукты на сорбционное цианирование в процесс КЕМИКС совместно с продуктом биоокисления.

С целью определения влияния этих продуктов на показатели сорбционного цианирования продукта биоокисления, были проведены лабораторные исследования по извлечению золота из каждого продукта пылевыноса. Условия сорбционного цианирования:

- ЦЗЛ ГМЗ-3: загрузка смолы – 3% об.; pH = 10,5-11; плотность пульпы 1280 g/l или Т:Ж = 1:2;  $[NaCN] = 500$  mg/l, время – 16 h;

- ЦНИЛ: загрузка смолы – 3% об.; pH = 10,5-11; Т: Ж = 1:2;  $[NaCN] = 1000$  mg/l, время – 24 h.

Для продукта из пылевой камеры обжига извлечение золота на уровне  $60\div 66\%$  достигается уже при  $[NaCN] = 500$  mg/l и времени сорбционного цианирования – 16 h. Для продукта из пылевой камеры сушки извлечение золота зависит от концентрации цианидов натрия и времени процесса. При  $[NaCN] = 500$  mg/l и времени 16 h извлечение составило 56-61%; при  $[NaCN] = 1000$  mg/l и времени 24 h извлечение увеличилось до  $63\div 68\%$ .

Дополнительно были проведены лабораторные исследования по извлечению золота из продуктов на пробах, отобранных 09.12.10 г., в режиме: загрузка смолы – 3% об.; pH = 10,5-11; Т: Ж = 1:2;  $[NaCN] = 1000$  mg/l, время – 24 h.

Наибольшие по содержанию золота хвосты получают при сорбционном цианировании продукта пылевой камеры сушильной печи. Следовательно, этот продукт целесообразно направлять на обжиг, возвращая его через сушку совместно с влажным осадком с

фильтра.

Анализ результатов позволяет сделать вывод о том, что качество огарка и качество образующейся при этом пыли циклонов коррелируются: чем меньше содержание  $S_s$  и  $C_{орг}$  в огарке, тем ниже содержание этих примесей в пыли. Соответственно – чем выше извлечение золота из огарка, тем больше оно из пыли. Из этого следует важный практический вывод о том, что при получении огарка высокого качества, пыль циклонов может быть направлена на цианирование совместно с огарком (что и было реализовано на втором этапе промышленного внедрения).

В промышленных условиях сорбционное цианирование огарка проводили в чанах «Кемикс». Для самостоятельного раздельного сорбционного цианирования огарка были выделены два чана. Хвостовая пульпа из этих чанов направлялась в общий процесс КЕМИКС и далее на сорбционную цепочку №1 для доизвлечения золота в пачуках. На первом этапе сорбционное цианирование осуществлялось в статическом режиме, т.е. пульпа огарка попеременно подавалась в один из чанов. После заполнения рабочего объёма ( $V = 370$  m<sup>3</sup>), в пульпу вводилась отрегенированная смола, добавлялся цианид натрия до заданной концентрации, и проводилось сорбционное цианирование до наступления равновесия в системе.

При этом во время процесса контролировались следующие показатели: плотность пульпы, концентрация NaCN, pH, концентрация золота в жидкой и твёрдой фазах, ёмкость смолы. По окончании сорбционного цианирования пульпа из чана (хвосты сорбции) перекачивалась в общую цепочку КЕМИКС и далее – на доизвлечение на пачуках (цепочка №1).

На втором этапе сорбционное цианирование огарка проводили также в чанах КЕМИКС, но в динамических условиях. Пульпа огарка совместно с объединённой пульпой пыли и слива барбатёра после ступенчатого направлялась в чан №3.

После заполнения рабочего объёма чана ( $V = 370$  m<sup>3</sup>) в пульпу вводилась отрегенированная смола, добавлялся цианид натрия до заданной концентрации, и проводилось сорбционное цианирование. Пульпа из чана №3 направлялась в чан №4. После заполнения рабочего объёма чана №4 в пульпу также вводилась отрегенированная смола, добавлялся цианид натрия до заданной концентрации, и проводилось сорбционное цианирование. Хвостовая пульпа из этого чана направлялась в общий процесс КЕМИКС и далее на сорбционную цепочку №1 для доизвлечения золота в пачуках. При этом во время процесса контролировались следующие показатели: плотность пульпы, концентрация NaCN, pH, концентрация золота в жидкой и твёрдой фазах, ёмкость смолы.

Обжиг всего продукта биоокисления (при условии отсутствия неучтённых потерь) позволит повысить извлечение золота на ГМЗ-3 с 52,6% (базовый вариант) до 65,9% (вариант с обжигом). Однако качественная реализация обжига всего продукта биоокисления воз-

можно только с использованием современного технологического оборудования и системой очистки отходящих газов.

При этом современное технологическое оборудование и система аспирации пыли и газов должна быть оснащена надёжной системой автоматического контроля и регулирования процесса.

Таким образом, в результате промышленного освоения технологии окислительного обжига продукта биокисления установлено, что приемлемые показатели по

извлечению золота из огарка ( $E = 83-91\%$ ) достигаются при питании обжига  $5,5 - 7,5$  t/h. При этих нагрузках получаемый в результате обжига огарок содержал  $S_S = 0,03-0,1\%$  и  $C_{ОРГ} = 0,1-0,3\%$ , а хвосты сорбционного цианирования составили  $4,4-6,1$  g/t.

Установлено, что основной технологической проблемой промышленной установки обжига явился большой пылевывос, составивший  $30-40\%$ . Извлечение золота из продуктов пылевывоса значительно меньше, чем из огарка и составляло  $50-70\%$ .

УДК 622.7.73.764 (765.061)

© Саломов Ф.И., Шеметов П.А. 2012 г.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ УЗБЕКИСТАНА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Саломов Ф.И. зам. генерального директора НГМК; Шеметов П.А. – советник генерального директора НГМК, докт. техн. наук

Президент Республики Узбекистан Ислам Каримов сказал: «Узбекистан сегодня – это не только колоссальные природно-сырьевые ресурсы, необъятный рынок и сфера для приложения капиталов. Наша страна располагает огромным интеллектуальным, духовным и культурным потенциалом. Все это в сочетании с уникальным географическим положением не может не вызвать огромного геополитического и геостратегического интереса в условиях, когда активно формируется новый политический и экономический порядок в мире» [1]. Переход Узбекистана к рыночной системе хозяйствования вызвал необходимость детального изучения практики экономической деятельности предприятий в изменившихся условиях. В первую очередь, это касается минерально-сырьевой отрасли, которая в современной экономике многих государств занимает базовое место. Ислам Абдуганиевич Каримов отметил, что Узбекистан по праву гордится богатством своих недр – найдены практически все элементы известной периодической системы Менделеева. Сегодня выявлено более 2,7 тысяч месторождений и перспективных рудопоявлений различных полезных ископаемых, включающих около 100 видов минерального сырья, из которых более 60 уже вовлечены в производство. Разведано более 900 месторождений, в которых подтвержденные запасы оцениваются в 970 млрд. долларов США. При этом следует отметить, что общий минерально-сырьевой потенциал оценивается более чем в 3,3 триллиона долларов США. Ежегодно из недр республики извлекается полезных ископаемых на сумму порядка 5,5 млрд. долларов США и приращивается на  $6,0 \div 7,0$  млрд. долларов США новых запасов [1]. Таким образом, Узбекистан

занимает одну из основных позиций в мире по количеству разведанных запасов и объемам добычи важнейших полезных ископаемых.

Особенности технологий добычи и переработки полезных ископаемых не позволяют быстро и гибко управлять ассортиментом, качеством и количеством производимой продукции. В результате возрастает роль совершенствования применяемых методов и инструментов системы управления затратами горно-промышленных предприятий. Сырьевая составляющая играет в экономике республики огромную роль, поэтому формирование рациональной системы природопользования на основе комплексного освоения и использования всей совокупности ресурсов недр, применения береговых технологий и обеспечение конкурентоспособности продукции горно-перерабатывающего комплекса на мировом рынке неизбежно требует внедрения в производственную практику методов и инструментов управления затратами.

В данной работе под затратами понимаются любые ресурсы, конвертированные в другие ресурсы или просто истраченные. Расходами признаются только затраты, направленные на получение доходов.

Горно-металлургические комбинаты (ГМК) Узбекистана являются ведущими мировыми производителями золота, меди и урана. Это крупные градообразующие предприятия, в силу своего значительного производственного потенциала, разветвленной инфраструктуры, наличия больших многонациональных трудовых коллективов вносят весомый вклад в социально-экономическое развитие республики. Навоийский и Алмалыкский ГМК по добыче и

переработке руд благородных и цветных металлов представляют собой сложное производство с много-ступенчатой технологической и организационно-управленческой структурами, с множеством вспомогательных производств и обслуживающих хозяйств, с развитой социальной сферой. Все технологические процессы по добыче и переработке руды имеют высокую степень механизации. На рудниках и заводах комбинатов эксплуатируются сотни единиц различного горно-металлургического оборудования.

При нынешних жестких условиях, диктуемых экономикой рынка сегодняшнего дня, главной целью деятельности Навоийского и Алмалыкского ГМК, как и всех горно-металлургических предприятий, должно быть достижение максимальной прибыли. Все остальные цели подчинены этой главной основной задаче, поскольку наличие прибыли служит основой и средством для дальнейшего роста прочих показателей предприятий.

Для горнодобывающих и перерабатывающих предприятий в современных условиях рыночной экономики можно выделить следующие негативные факторы текущего момента [2]:

- общее ухудшение глобального экономического климата из-за увеличения налогов и роялти. Например, в Австралии введено дополнительное налогообложение добычи угля, железной руды. Правительство Киргизии готовится ввести налог на сверхприбыли золотодобывающих компаний. Учитывая, что правительства многих богатых природными ресурсами стран хотят больших поступлений от налогов и роялти, этот пример уже подхвачен и будет распространяться впредь;

- имеется падение спроса и снижения цен на сырьевые товары. Большинство аналитиков прогнозируют на 2012 г. снижение цен на медь, железную руду и уголь, а также дальнейшее обострение конкуренции на мировом рынке горнорудного сырья. Продолжили рост только драгоценные металлы, в которые и устремились свободные капиталы. Соответственно на мировом рынке сырья и полуфабрикатов резко усилилась ценовая конкуренция;

- имеется рост себестоимости добычи и переработки минерального сырья из-за постоянного увеличения глубины и сложности условий добычи руд.

Отсюда вытекает, что наиболее эффективный путь для горнодобывающих и перерабатывающих предприятий - это оптимизация и достижение максимальной производительности производства с использованием жесткого контроля затрат на основе разработки и внедрения постоянно действующей системы повышения эффективности производства.

Устойчивое развитие горного и перерабатывающего производства Навоийского и Алмалыкского ГМК обеспечивается за счет:

- внедрения инновационных ресурсосберегающих технологий разведки полезных ископаемых;
- внедрения инновационных ресурсосберегаю-

щих технологий добычи и переработки руд;

- реконструкции действующих горноперерабатывающих производств;

- строительства новых горноперерабатывающих производств;

- комплексной переработки техногенного сырья на основе ресурсосберегающих технологий;

- комплексного использования минерального сырья;

- освоения выпуска новых видов продукции.

Такое поступательное развитие производства ГМК стало возможным на основе оптимизации и снижения затрат для получения готовой продукции, внедрения современного энергосберегающего оборудования большой единичной мощности, внедрения инновационных решений в области управления качеством минерального сырья, внедрения инновационных решений в области автоматизированного управления и контроля технологическими процессами и работой горноперерабатывающего оборудования [3, 4].

Совершенствование технологий горных и перерабатывающих производств идет по пути механизации и автоматизации технологических процессов, применения новых реагентов и материалов, внедрения более мощных механизмов. Консервативность, при наличии стандартного и серийно выпускаемого горнообогатительного оборудования, создает ситуацию, в которой отдельному предприятию трудно добиться экономического преимущества за счет технологического усовершенствования производства. Производство драгоценных и цветных металлов Навоийского и Алмалыкского ГМК характеризуется высокой энергоемкостью, материалоемкостью и фондоемкостью. Низкое содержание металлов в руде обуславливает большие объемы горных работ и переработки сырья. С ростом объемов добычи и переработки руды увеличивается потребление товарно-материальных ценностей в производстве. Это обуславливается расширением производства, значительным удельным весом материальных ресурсов в себестоимости продукции и ростом цен на эти ресурсы. Удельный вес материальных затрат в себестоимости выпускаемой продукции Навоийского и Алмалыкского ГМК примерно составляет 60-65%.

ГМК приобретают реагенты и расходные материалы, потребляют их в своих производственных процессах и получают готовую продукцию. В условиях рыночных отношений, существенным резервом снижения себестоимости на предприятиях, повышения эффективности их деятельности и повышения финансовых результатов является экономия материальных затрат и их своевременный учет. Эффективное использование материальных ресурсов на ГМК возможно только при их целенаправленном, рациональном использовании и осуществлении полного учета и контроля их расходования. Это позволит минимизировать материальные затраты на произ-

водство продукции. Таким образом, в настоящее время определяющее значение приобретают качественные показатели, такие как снижение удельных затрат сырья, материалов, топлива и энергии. Поэтому необходимо максимально устранять потери и нерациональные расходы материальных ценностей.

Для действующих ГМК Узбекистана дальнейшее их развитие связано с решением сложной задачи по оптимизации и сокращению затрат, повышению эффективности производства. С целью компенсации колебаний внешней экономической среды в условиях кризисных ситуаций, ГМК для обеспечения дальнейшего роста производства необходимо разработать организационно-экономические мероприятия и управленческие воздействия, включающие:

- ситуационный технико-экономический анализ организационной структуры горно-металлургического производства и поиск узких мест, сдерживающих снижение текущих издержек или повышение доходности. На основе выполненного анализа обеспечить поиск, разработку и внедрение ресурсосберегающих технологий, помогающих устранить узкие места и увеличить производительность;

- комплексный анализ управленческих решений и системную увязку элементов и подсистем ГМК и др. с целью высвобождения оборотного капитала в рамках существующих производств.

Для успешного решения проблемы почти ничем необоснованного роста затрат особую важность приобретает поиск и формирование эффективной системы управления затратами на ГМК. Система управления затратами на ГМК - это, во-первых, умение экономить ресурсы, а во-вторых, полностью максимизировать отдачу от них. Управление затратами включает в себя целый комплекс мероприятий, направленных на общее снижение и контроль затрат:

- перспективное определение направлений снижения затрат;

- разработка комплекса мер по снижению себестоимости выпускаемой, а также намечаемой к выпуску продукции;

- внедрение разработанных схем по снижению затратных статей на ГМК.

В ГМК разработаны пообъектные комплексы мер, направленные на снижение себестоимости выпускаемой продукции за счет рационализации технологических процессов и норм расхода сырья, материалов и энергоресурсов, увеличения уровня использования производственных мощностей и роста производительности труда, сокращения эксплуатационных и непроизводительных затрат, оптимизации численности персонала и других факторов.

Внедрение и реализация комплекса мер по снижению себестоимости выпускаемой, а также намечаемой к выпуску продукции по Навоийскому и Алмалыкскому ГМК позволяет снизить затраты соответственно на 12,1% и 12,2% в год. Управление затратами на предприятии позволяет достичь повы-

шения рентабельности производства, способствуя таким образом сохранению конкурентоспособности и оптимизирует по ходу внедрения собственно процесс работы. Экономленные в результате снижения себестоимости продукции средства остаются в распоряжении самих ГМК и используются ими по своему усмотрению.

Таким образом, эффективное управление затратами является основой конкурентной борьбы в ГМК и обеспечивает горнодобывающему и перерабатывающему предприятию постоянный денежный поток и прибыльность, поддерживает его кредитный рейтинг.

В ГМК имеется рост затрат горно-перерабатывающих производств, которые носят объективные и субъективные причины. К объективным причинам относятся: рост цен на материалы, энергию, топливо и т.д.; рост затрат на заработную плату; переоценка (увеличение стоимости) основных фондов в связи с инфляцией; увеличение затрат горного передела в связи с углублением горных работ и нарезкой новых, более глубоких горизонтов; снижение содержания металла в руде. К субъективным причинам относятся: неэффективная работа подразделений ГМК, допускающих перерасход материалов, топлива, энергии; завышение затрат на приобретение материалов и оборудования, вследствие отсутствия маркетинга поставщиков; отсутствие надлежащего контроля за издержками производства по отдельным структурным подразделениям и величиной общехозяйственных расходов.

Ограниченные возможности влияния на цены своей продукции, тенденция к росту затрат на производство и реализацию своей продукции, неэффективная структура затрат, в которой значительную долю составляют затраты, зависящие от работы вспомогательных и обслуживающих производств, системы управления и сбыта - все это создает необходимость постоянной работы, связанной с решением задач оптимизации уровня издержек и обеспечения их устойчивой положительной динамики.

Поскольку экономический результат производства в общем виде определяется разностью дохода от продажи продукции (работ, услуг) и затрат на их производство и сбыт, трудно переоценить важность анализа затрат и управления ими на ГМК. Соизмерение затрат и результатов позволяет оценить эффективность работы ГМК.

Многие горные и перерабатывающие предприятия мира испытывают недостаток прибыли, этого основного источника развития. Только грамотное отношение к затратам на всех этапах производственного процесса позволит выправить положение. Управление затратами является зачастую единственным способом эффективного решения этой задачи. Особенно остро стоит эта проблема перед предприятиями, у которых влияние на цены своей продукции ограничены. К этой категории относятся и ГМК.

ГМК работают в условиях олигополистического внешнего рынка, что не позволяет им повышать эффективность их деятельности за счет увеличения цен. В таком случае, основным источником роста эффективности деятельности предприятия является снижение затрат или более рациональное использование материальных ресурсов. К этому решению подталкивает и систематический рост цен и тарифов на все виды ресурсов. Практически на каждом ГМК имеются резервы для снижения затрат до рационального уровня, что позволяет добиться роста эффективности производства, повышения конкурентоспособности используя достижения экономически развитых стран с рыночной экономикой и опыт работы передовых предприятий.

Система управления затратами работает на Навоийском ГМК. Речь идет не просто о сокращении издержек, а о повышении значимости Навоийского ГМК в экономике республики и мировом промышленном секторе. Конечной целью программы является не простое сокращение издержек, а трансформация, позволяющая поднять производство и сделать более современный ГМК с высокой эффективностью.

Для оптимизации затрат и достижения максимальной производительности производства ГМК потребовалось, по крайней мере, два элемента. Это создание специальной структуры и атмосферы для повышения эффективности производства. На любом этапе жизненного цикла ГМК ключевое значение имеет задача учета, анализа и управления затратами. В управлении

затратами сохраняет свою актуальность проблема обоснованного их определения в рамках отдельных производственных процессов. Причем для этого не требуется значительных средств и дополнительных кадров. Коллектив учится зарабатывать на сокращении затрат, т.к. в этой области есть значительный потенциал. Управленческий персонал на местах должен быть заинтересован в повышении эффективности производства, сокращении операционных издержек.

Правильное регулирование затрат является преимуществом над конкурентами. Навоийский и Алмалыкский ГМК, ведущие открытые и подземные горные работы, занимающиеся переработкой руд, относятся к производствам с вредными условиями труда и высокой степенью риска для человека. Поэтому приходится уделять немалое внимание технике безопасности и охране труда. Снижение затрат на технику безопасности и охрану труда категорически недопустимо. Возникает проблема управления затратами ГМК: с одной стороны, мы всецело должны стремиться к снижению себестоимости, с другой - существует целая группа затрат, снижение которой недопустимо.

Таким образом, повышение эффективности горноперерабатывающих производств Навоийского и Алмалыкского ГМК Узбекистана в современных условиях стало возможным в результате оптимизации и снижения затрат для получения готовой продукции, внедрения новых ресурсосберегающих технологий и оборудования, помогающих устранить узкие места и увеличить производительность.

#### Список литературы:

1. И.А. Каримов «Узбекистан на пороге XXI века: угрозы безопасности, условия и гарантии прогресса». Москва. «Дрофа» 1997г.
2. Горнопромышленные ведомости № 03 (53) 2012г.
3. Санакулов К.С., Шеметов П.А. Формирование условий устойчивого развития Центральной горнорудной провинции. Горный Журнал № 4. 2010г. с.29-33.
4. Санакулов К.С., Шеметов П.А. Инновационные преобразования за годы независимости Узбекистана: опыт работы и перспективы развития Навоийского ГМК. Горный Вестник Узбекистана. № 3. 2011 г. с. 5-12.

УДК 551.14

© Камалов Б.А., Боймирзаев К.М. 2012 г.

## О ТЕКТОНИКЕ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ

Камалов Б.А., профессор кафедры «География и основы экологии» Наманганского государственного университета, докт. географ. наук; Боймирзаев К.М., проректор Наманганского государственного университета, канд. географ. наук

*«Неразумно и даже вредно объявлять те или иные обобщения, теории «ошибочными», «тупиковыми» или «неперспективными...». Ко всем предложениям следует относиться очень внимательно, содержащиеся в них идеи могут оказаться важными для описания каких-то сторон реальности.*

*Насколько и когда – можно определить только в результате дальнейших исследований. Множество таких теорий нужно рассматривать как Золотой фонд фундаментальных физических идей».*

Ю.С. Владимиров. Пространство-время. Явные и скрытые размерности. М.: Наука, 1989.

Вот уже около ста лет ведутся многочисленные дискуссии о дрейфе континентов и о раздвижении океанического дна. Эти дискуссии ведутся с целью выяснения процесса происхождения материков и океанов. Объяснить это пытался ещё сам Бируни в начале XI века при высказывании мысли о движении Земли вокруг Солнца.

На сходство очертаний западного побережья Африки и Восточного Южной Америки обращали внимание в эпоху великих географических открытий. В 1620 г. Фрэнсис Бэкон отметил, что это сходство не случайно. В 1658 г. Пласе предположил, что Старый и Новый свет разделились после всемирного потопы. В первой же половине XVII века появляется интересная теория французского учёного Рене Декарта. Он представлял Землю первоначально раскалённой. По мере охлаждения на поверхности Земли образовалась твёрдая холодная земная кора. Под ней находились воздух и вода. Кора раскалывалась и погружалась и на её поверхности распространялась вода, образовав океаны. Оставшиеся приподнятыми при разрушении земной коры её участки превращались в материки.

В 1680 г. немецкий учёный Готфрид Лейбниц высказывал похожие взгляды. Он считал, что после того как образовалась земная кора, водяные пары, находившиеся в атмосфере, сконденсировались в результате охлаждения и образовали мировой океан. По мнению французского естествоиспытателя Жоржа-Луи Бюффона (1707-1788), после возникновения земной коры, покрытой всемирным океаном, мощные течения и приливоотливные движения вод явились главной силой, создавшей все неровности на земной поверхности. Он считал, что нет существенного различия в рельефе поверхности суши и морского дна. Образование материков он связывал понижением уровня Мирового океана.

М.В. Ломоносов также считал Землю первоначально покрытой всемирным океаном. Образование материков, по Ломоносову, было связано с возгоранием вещества в её недрах, благодаря которому произошло расширение и поднятие земной поверхности.

В 1755 г. известный немецкий философ Иммануил Кант опубликовал свою гипотезу образования Земли и других планет в результате развития первоначально существовавшей материи и тем самым пробил первую брешь в метафизическом воззрении на природу. В 1796 г. французский астроном Пьер Симон Лаплас опубликовал схожую теорию. В результате возникла гипотеза происхождения Солнечной системы, которая получила название гипотезы Канта-Лапласа, на основе которой в науках о Земле появились новые выводы и обобщения, определившие их развитие в течение многих десятилетий. На её основе в конце XIX века возникла общая теория развития поверхности Земли - теория контракции, которая наиболее ярко изложена в книге. Э. Зюсса «Лик Земли». По теории контракции охлаждение и сжатие земного шара приводило к вертикальным перемещениям зем-

ной коры, её поднятием в одних частях и опусканием в других. В результате формируются материки и океаны

В это же время американские учёные (например, Уиллис) начали развивать противоположную гипотезу о постоянстве и неизменном состоянии - перманентности океанов. Основой для этого считали то, что на дне океанов непосредственно выходит базальтовая оболочка земной коры, а гранитная оболочка отсутствует, а на материках широко распространены отложения мелководных осадков морей. В последующем - во второй половине XX века эта гипотеза заменяется взглядами возможного постоянства отдельных частей океанического дна.

В XIX веке возникла и стала развиваться теория изостазии - равновесия земной коры. Английский учёный Пратт считал, что земная кора состоит из глыб различной плотности, которые плавают на поверхности подкоркового вещества - магмы. Глыбы с меньшей плотностью образуют поднятые поверхности суши, с большей плотностью - понижения. Другой английский учёный Эри считал, что земная кора имеет одинаковую плотность, но разную толщину. Там, где кора более мощная, она выше поднимается над уровнем моря, а места меньшей толщины оказываются погруженными. Продукты разрушения участка с большой толщиной будут переноситься на более низкий участок; первый становится легче, второй тяжелее и начинает погружаться. Для сохранения равновесия в подковровом слое образуется подковровое течение, направленное от опускающегося участка к поднимающемуся. Следовательно, развитие подковровых течений приводит к равновесию в земной коре.

Теория изостазии широко использовалась в дальнейших разработках новых гипотез происхождения материков и океанов. Она во многом способствовала развитию представлений о земной коре, плавающей на астеносфере. До этого почти во всех представлениях о земной коре говорилось, главным образом, о вертикальных движениях земной коры. Теперь начали больше обращать внимание на горизонтальные перемещения. Они подготовили основу для создания гипотезы перемещения материков в 1910-1912 гг. П.Н. Ирвинским, А. Вегенером и Дж. Тэйлором, представляющую собой схожесть в очертании, в геологическом строении, растительном и животном мире береговых частей материков. Наиболее полно и обоснованно эта гипотеза была разработана А. Вегенером и поэтому она названа его именем.

Этот вопрос обсуждал русский учитель Е.Ф. Быханов в своей книге, изданной в 1877 г. Они подготовили основу для создания гипотезы перемещения материков в 1910-1912 гг. П.Н. Чирвинским, А. Вегенером и Дж. Тэйлором. Наиболее полно и обоснованно эта гипотеза была разработана А. Вегенером и поэтому она названа его именем [1, 2].

Вегенер Альфред Лотар (1880-1930 гг.) - немецкий астроном, геофизик, метеоролог. Участник экспе-

дий в Гренландию в 1906-1908 и 1912-1913 гг. Руководил такой экспедицией в 1929-1930 гг., в период которой он и скончался. Он автор известной книги «Термодинамика атмосферы» (1911 г.), прочитав которую А.И. Воейков сказал, что в метеорологии взошла новая звезда. Книга эта не потеряла своего значения и в наши дни. В этой книге были изложены основы осадкообразования, которые во второй половине XX века привели к разработке способов воздействия на погоду путём засева облаков кристаллизующими и гигроскопическими частицами. Но Вегенеру ещё большую известность и мировую славу принесла гипотеза о дрейфе материков.

6 января 1912 г. А. Вегенер сделал научный доклад о перемещении материков на собрании Немецкого геологического общества во Франкфурте на Майне. Доклад был встречен, мягко говоря, не с одобрением, подвергся жёсткой критике. Однако это дало большой толчок и автор усердно взялся за обоснование своей гипотезы новым фактическим материалом - целым комплексом геодезических, геологических и биологических данных, обдумывал возможные механизмы дрейфа материков. Свои выводы он изложил в книге «Возникновение материков и океанов», изданной в 1915 г. Геодезические измерения указывали на изменения географических координат Гренландии, Мадагаскара и Европы, что подтверждало их дрейф. Имеющиеся данные указывали на сходство геологического строения западного и восточного берегов Атлантического океана. Таковы редкометалльные рудные пояса Западной Африки и востока Южной Америки. Совпадает и расположение поясов древнего оледенения как бы разрезанных на части Атлантическим океаном. Анализ гранитных массивов Бразилии и Африки также указывал об их прежнем единстве. Биологические и палеонтологические факты были наиболее многочисленны. Составленные Вегенером схемы распространения ископаемой фауны и флоры подтверждали былое единство континентов. Палеоклиматические данные также указывали на то, что климат на материках в прошедшие геологические эпохи был совершенно иным и также подтверждали единство материков в прошлом; древнее оледенение около 250 млн. лет назад охватывало одновременно южные районы Африки, Южной Америки, Австралии и Индии. Гипотеза Вегенера основательно объясняла генезис складчатого пояса Кордильер и Анд.

В отношении силы, приводящей к дрейфу континентов, А. Вегенер указал на полюсобежную силу, представляющую собой разницу между центробежной силой и силой вращения Земли вокруг своей оси. По Вегенеру она вынуждала перемещаться материк от полюсов к экватору и расколоться. Это находило подтверждение в расчетах, например, П.С. Эпштейна, В.Д. Ламберта и др. [1]. Но сам Вегенер считал, что вопрос о силах, вызывающих перемещение материков, остается открытым.

Книга Вегенера дала путёвку в жизнь новой гипотезе о дрейфе материков. В 1922 г. она была издана на русском языке. Академик А.А. Борисьяк назвал эту книгу крупнейшим явлением в геологии. Гипотеза имела многочисленных последователей и продолжателей.

Однако в последующем в научной литературе публиковалось всё больше и больше фактов против этой гипотезы. Главные из них были следующие [2].

1. Почему основная часть Пангеи сосредоточена была в северном полушарии? Ведь главной силой, перемещающей материк, является центробежная, которая должна была привести к сосредоточению суши вдоль экватора в виде сравнительно узкого пояса.

2. Считалось, что на западных берегах Северной и Южной Америки в результате их дрейфа образовался большой протяженности складчатый пояс Кордильер и Анд. При этом отсутствие на западных берегах Европы и Африки таких поясов становилось необъяснимым.

3. Наличие на востоке Азии складчатых горных поясов также не согласуется с гипотезой.

4. Появились расчеты, показывающие, что силы, которыми обосновывались перемещения материков, недостаточны для их сдвига на значительные расстояния друг от друга даже в течение длительного геологического периода.

5. Появились данные, указывающие на связь между земной корой и глубокими слоями Земного шара, что находит подтверждение в глубокофокусных землетрясениях с гипоцентрами на глубине до 720 km.

6. Гипотеза перемещения материков имела мощное подтверждение в сходстве в географическом распределении растений и животных по берегам материков. Однако в последующем было отмечено наличие значительных различий в составе их фауны и флоры.

В шестидесятые годы XX века проблема перемещения материков и полюсов Земли стала опять актуальной. Причиной этому послужили палеомагнитные исследования горных пород различного возраста из разных частей Земли. Они получили развитие с конца сороковых годов и используют свойства горных пород намагничиваться в период своего формирования под действием магнитного поля Земли и сохранять приобретенную намагниченность в последующие эпохи. На их основе можно определить расположение магнитных полюсов Земли в геологическом прошлом и их изменения в отдельные геологические периоды. А магнитные полюса обычно располагаются вблизи географических полюсов. Огромный интерес тогда вызвали исследования Е. Джонсона, А. Мэрфи и О. Торресона в 1948 г. остаточного магнетизма серии ленточных глин Новой Англии отложенных речными водами. Они содержат небольшое количество детритового магнитного материала в виде тонких зерен, ориентированных во время отложения в направлении земного поля. Измерения изменений направления и

интенсивности намагничивания с глубиной в вертикальном разрезе позволили авторам получить данные о магнитном поле Земли с 15-ого тысячелетия до нашей эры. Они показали значительную флюктуацию направления магнитного поля относительно географического севера [3]. Это указывает на возможные пере-мещения полюсов Земли, что является одной из главных основ гипотезы дрейфа материков. Палеомагнитные данные, например, указывали на расположение Индии в конце мезозоя в южном полушарии, что также работало в пользу гипотезы Вегенера.

Следует также отметить, что И.Д. Лукашевич (1911 г.), учитывая вращение Земли вокруг своей оси, указал на первоначальное образование суши в экваториальном поясе и в полярных областях. По мнению австрийского геолога Хиллса охлаждение Земли происходило в полярных областях быстрее, чем на экваториальном поясе, что привело к формированию конвекционных течений - восходящих на экваторе и нисходящих на полюсах. Восходящие потоки выносили на поверхность более лёгкие гранитные расплавы, которые в полярных областях создавали материки [2]. Ферганский профессор Н.И. Леонов также считал, что материки образовались в полярных областях. По его мнению, континентальная кора Земли, как все другие её оболочки, была сплошной. Центробежные силы гнали вещество коры к экватору и в конце концов оно между 45° - ными параллелями северного и южного полушарий сорвалось с поверхности Земли и образовало Луну. Оставшаяся часть коры в полярных областях основала нынешние материки [4].

Усиление исследований дна океанов учёными США, России и других стран, начиная с 1960-ых годов, палеомагнетизма горных пород, космических снимков, результатов сейсмотомографии, космогеодезических измерений и др. привело к созданию концепции тектоники литосферных плит. Она дала новые обоснования «дрейфу материков», обогатила его новыми данными [1].

В 1953 г. в Срединно-атлантическом хребте было установлено наличие рифтовых долин, от которых блоки океанической коры по обе стороны движутся в противоположных направлениях; скорость раздвижения составляет примерно 2 см/год.

На восточно-тихоокеанском поднятии она достигает 10 см/год.

На этой основе появилась новая глобальная тектоника или тектоника литосферных плит. Сторонники этой гипотезы, правда, говорят о движении не материков, а литосферных плит, некоторые из которых охватывают и океанические, и материковые участки. Основопологающим элементом этой гипотезы является представление о раздвигах в срединноокеанических хребтах, которые должны привести к расширению океанического дна. Но это расширение должно где-то компенсироваться сжатием. Иначе, оно привело бы к всеобщему расширению земной коры и литосферы. Такая компенсация, согласно гипотезе, проис-

ходит в зонах субдукции, где возможно океаническая кора «втягивается» под континентальную.

Согласно плитовой тектонике плиты передвигаются по астеносфере от областей расширения срединно-океанических хребтов: 1) к областям сжатия на периферии океанов (Западно-тихоокеанский тип), 2) втягиваются под континент, вызывая горно-складчатые сооружения (Андийский тип) и 3) создавая межконтинентальные стыки плит, образуя высокие складчатые сооружения (средиземноморско-гималайский тип).

Перемещения плит, да и вообще тектонические движения Земли, сторонники концепции литосферных плит связывают главным образом с процессами, протекающими в глубинах Земли. На границе внешнего ядра и мантии, в результате проникновения из мантии в ядро новых порций железа (в виде закиси  $Fe_2O$ ), происходит рост ядра и изменение состава мантии, её обогащение кремнеземом. При этом образуются конвективные потоки, которые ломают литосферу на плиты и вызывают их горизонтальные перемещения. Гипотеза литосферных плит получила очень широкое, почти всеобщее признание за рубежом, подавляющим большинством геологов в России и постсоветских стран.

Она считается самым крупным достижением науки о Земле в XX веке [5]. Однако и она не бесспорна и вокруг неё ведутся многочисленные дискуссии. Например, она также не может объяснить расположение Пангеи в северном полушарии и большие различия фауны и флоры по берегам материков. Далее:

1. Вулканическая деятельность слабо развита в зонах дивергенции тектонических плит. Вулканы главным образом размещены в зонах конвергенции. По теории же считается, что породы мантии непрерывно поступают через рифтовые долины в океаническое дно. Следовательно, именно здесь вулканическая деятельность должна была быть сильно развита.

2. В доказательство поступления пород мантии через рифтовые долины приводится то, что на дне Красного моря и Калифорнийского залива температура воды 65°C. Такую температуру имеют множество водных источников. Магма же по измерениям на вулканах имеет температуру около 1300°C.

3. Гипотеза основана на постоянстве площади поверхности Земли. По последним данным за последние 200 млн. лет масса Земли, хотя незначительно, но растёт. При этом радиус Земли увеличивается довольно - таки заметно [6].

4. Действительная природа сил, вызывающих спрединг морского дна, не ясна. Важный момент в гипотезе спрединга состоит в том, что образующееся в глубинах Земли тепло вызывает конвективное движение вещества мантии в нескольких конвективных ячейках. Такое представление создаёт большие трудности при попытке представить конвективные ячейки с огромными горизонтальными размерами, предполагаемые теорией, небольшими вертикальными разме-

рами, которые предполагает стратификация мантии [7]. Расчеты показывают, что здесь конвективные движения могут иметь скорости очень ничтожные, не превышающие несколько см в год, т.е. почти нулевые, что вполне может быть результатом погрешностей из-за недостатка исходных данных и, в то же время, совсем неудивительной при той плотности вещества и давлении в мантии.

5. Согласно теории литосферных плит срединно-океанические хребты формируются вдоль зон с более высоким, чем в окружении, потоком тепла, и здесь происходит приращение океанической коры, связанное с частичным плавлением верхней мантии в астеносфере. В результате плавления образуется базальтовая по составу магма, которая при контакте с морской водой быстро охлаждается, образуя стекло или медленно движется в дайках и пустотах в кристаллических осадках. А в глубоководных желобах, согласно теории, старая океанская земная кора уничтожается, погружаясь под соседние блоки океанской или континентальной коры. Таким образом, в рифтовых долинах осуществляется переход пород мантии в породы океанического типа, а в зоне глубоководных впадин она всасывается в мантию. В подтверждение этому приводятся результаты определения абсолютного возраста пород земной коры океанического типа; они образовались за последние 100-200 млн лет. Возраст пород, слагающих дно океанов в самих рифтовых долинах, вероятно, не превышает миллион лет.

По теории считается, что такое движение океанической коры приводит к спредингу дна океанов и вызывает также дрейф континентов, поскольку составляющие их гранитные блоки все более и более расходятся с расширением дна. Однако теория также предполагает погружение старой океанической коры под соседние блоки континентальной или океанической коры, что противоречит возможности расширения дна океанов.

6. С гипотезой новой глобальной тектоники не увязывается плавное недеформированное погружение в океан побережий Атлантического океана, где при большой активности процессов в срединном хребте это раздвигание должно было бы вызвать поддвиг и краевые горные цепи [8]. Исходя из гипотезы вдоль побережий Атлантического океана должны быть молодые горные цепи, аналогичные Тихоокеанскому огненному кольцу [9]. Как видно, новая глобальная тектоника не менее проблематична, чем гипотеза Вегенера.

В середине XX века ряд исследователей, например, Д.Д. Иваненко и М.У. Сагитов начали развивать гипотезу расширения Земли [10]. Как известно, Земля имеет слоистую структуру. Отсюда следует, что первоначально она была в расплавленном состоянии, и в результате гравитационной дифференциации были сформированы ядро, мантия, земная кора. Значит, первичная кора тоже должна была покрыть всю Землю. Затем в процессе расширения Земли континентальная кора была разорвана на куски – континенты,

которые начали расходиться, и между ними образовалось дно океанов. Это гипотеза, как отмечал В.А. Магницкий, устраняет многие недостатки других гипотез, не противоречит данным геофизики, например, о расширении при разогреве, и хорошо объясняет ряд особенностей строения Земли, как, например образование срединно-океанических валов с их срединной рифтовой долиной, появление Красного моря и др. [10].

В.А. Магницкий тогда (1965 г.) указал также на недостатки гипотезы расширения Земли.

1. Поскольку площадь океанов в 3-4 раза больше площади континентов, то расширение Земли требует увеличение его радиуса вдвое.

2. Как расширение могло быть столь неравномерным, что континенты концентрировались в одном полушарии?

3. При расширении любой большой круг на поверхности Земли должен был увеличиться вдвое. Однако, большие круги, проходящие по континентам, не подвергались такому растяжению.

4. Почему Земля существовала миллиарды лет не испытывая сильного расширения земли и лишь 200 млн. лет назад испытала такое гигантское увеличение объема?

В настоящее время вопрос о расширении Земли и его причины в какой-то степени находят подтверждения геофизикой. О них было сказано выше. А вот размеры расширения, кажется, Магницким преувеличены. Здесь к площади континентов необходимо включить площади шельфа и материкового склона. Средняя глубина нижней границы материкового склона равна 4 км. Согласно гипсографической кривой 60 % земной поверхности находится выше глубины 4 км, что составляет  $306 \cdot 10^6$  км<sup>2</sup>. Радиус шара с такой площадью составляет чуть более 4900 км. Значит, радиус Земли увеличился на 1471 км. Если даже считать, что это было за 200 млн лет, то тогда Земля ежегодно расширялась на 0,7-0,8 см – вполне возможная и разумная цифра. Также здесь не следует забывать пережитые земной корой 10-15 горообразовательных процессов (складчатостей) в криптозоэ.

Если главной причиной этих складчатостей также считать межконтинентальные стычки плит или сжатие на периферии океанов, то следует признать существование дрейфа материков даже в начале археозоя. Тогда скорость расширения Земли составит всего около 0,07 – 0,08 см/год.

Выше было отмечено, что по теории тектоники плит движение плит происходит за счет теплогравитационных течений - конвекции в глубинах мантии. Нагретые породы расширяются, плотность их уменьшается, они всплывают и в верхних частях таких ячеек течение происходит горизонтально и считается, что именно эта её часть переносит плиты. Значит, континенты не дрейфуют, а перемещаются по мантии, будучи «впяны» в литосферные плиты, т.е. материки, имеющие толщину до 70 км, перемещаются в резуль-

тате спрединга океанической коры, которая имеет мощность менее 10 км, что очень и очень маловероятно. Кроме того, особо следует подчеркнуть проблематичность самой тепловой конвекции в мантии. Она требует высокую однородность вещества мантии по составу. Большее накопление тяжелых атомов Fe, Ca, Mg в нижних слоях, а более легких атомов O, Na, K в верхних слоях не допускает конвекции. Если даже допустить возможность конвекции из-за проникновения из мантии в ядро новых порций железа, она не может передаваться на земную кору; астеносфера со своей низкой вязкостью, по сравнению с вязкостью нижележащего слоя мантии, не должна допустить этого. Конвекция может только способствовать появлению горизонтальных течений в самом нижнем слое астеносферы.

Между тем на ведущее значение в развитии земной коры подкорковых конвекционных течений указывали Умгрове, Вейнинг-Мейнес, Хиллис и др. Например, Умгрове считал, что по мере углубления вглубь материков температура все время возрастает примерно 30° на каждый километр глубины и на глубине 5 км температура будет +150°C. Это подтверждается измерениями в южно-африканских золотых коях и европейских угольных шахтах, где активные тектонические процессы не наблюдаются. Здесь температура на каждый километр глубины возрастает на 17°C.

А на дне океана на глубине 5 км температура не выше 1,2°C. Следовательно, подкорковый слой океанического дна должен быть значительно холоднее, чем под континентом, что должно привести к его погружению. А более теплые массы подкоркового слоя континентов должны перемещаться в сторону океанического дна. Таким образом, образуется устойчивая циркуляция в подкорковом слое и под океаническим дном должен доминировать нисходящий поток мантийного вещества. Это противоречит тому, что спрединг морского дна является результатом конвективных движений вещества мантии под срединно-океаническим хребтом, но не исключает возможности самого спрединга, т. е. приращения океанической коры за счет мантийного вещества; в данном случае в зону спрединга мантийное вещество поступает из подкоркового слоя континентов.

Следует особо подчеркнуть то, что в новой глобальной тектонике не уделяется должное внимание взаимодействию материковых и океанических плит.

Ведь, появление срединно-океанических хребтов с рифтовыми долинами, со всеми отсюда вытекающими последствиями, можно связать с процессами раскола и удаления материков друг от друга. В результате их удаления усиливается давление на края океанических плит, что может привести к их опусканию и, соответственно изостатическому подъёму дна океана на месте раскола и образованию срединно-океанического хребта.

Правда, если не признать возможность расширения Земли, здесь требуется выяснить причину раскола материков. Но этот вопрос остаётся открытым и в новой глобальной тектонике. Связать это с вертикальной конвекцией в нижних слоях мантии затруднительно, поскольку существует астеносфера, сглаживающая любую вертикальную конвекцию и излишки давления направляющая на самое тонкое место на земной коре. А оно должно находиться под океанами. Возможно, причина раскола континентов находится «вне земли» - в приливообразующей силе.

Как видно из вышеизложенного, в концепции новой глобальной тектоники, появившейся на основе гипотезы Вегенера о дрейфе материков, еще много спорных, не до конца решенных вопросов. Главная проблема гипотезы Вегенера о силе, приводящей к дрейфу материков, новой глобальной тектоникой тоже не решается. Но, несмотря на это, главной заслугой новой глобальной тектоники является возрождение идей мобилизма - гипотезы Вегенера о дрейфе материков и его широкое распространение.

В настоящее время её можно назвать многосторонне доказанной теорией. Доказательства разные - результаты глубокого бурения, исследований со спускаемых подводных аппаратов, определения современных перемещений материков методами космической геодезии, сходство геологического строения, биологических данных ископаемой фауны и флоры, палеоклиматических условий.

Исследование дрейфа материков является не только простым и увлекательным занятием; оно позволяет лучше понять нашу Землю, природу в которой мы живем, происхождение землетрясений, вулканической деятельности, закономерностей распределения источников минерального сырья. В этом отношении достигнуты большие успехи.

Словом, триумф гипотезы Вегенера продолжается.

#### Список литературы:

1. Гаврилов В.П. Загадка геотектоники. М.: Наука. - 1988. - 190 с.
2. Панов Д.Г. Происхождение материков и океанов. М.: ГеографГиз. - 1961. - 184 с.
3. Джекобс Дж.А., Рассел Р.А., Уилсон Дж.Т. Физика и геология. М.: Недра. - 1965. - 482 с.
4. Леонов Н.И. О некоторых чертах земной поверхности, которые необходимо учитывать при геотектонических построениях//Тр. Самаркандского Госуниверситета. - в. 416, геолого-географические науки. - 1961. - с. 3-34.
5. Абидов А.А. Нефтегазоносные территории и акватории мира (на узбекском языке). Ташкент: Шарк. - 2009. - 493 с.
6. Международная научная конференция "Геофизика и современный мир". Сб. рефератов докладов. М.: ВИНТИ. - 1993. - 403 с.
7. Энциклопедия «Океан - атмосфера». Л.: Гидрометеоиздат. - 1983. - 464 с.
8. Якушева А.Ф. Геология с элементами геоморфологии. М.: Изд. МГУ. - 1983. - 374 с.
9. Сайгак В.П. Макроформы рельефа и вращение Земли. Минск: Изд. БГУ. - 1980. - 75 с.
10. Магницкий В.А. Внутреннее строение и физика Земли. М.: Недра. - 1965. - 379 с.

# СТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БАЗАЛЬТОВ КЫЗЫЛКУМА

Тураев А.С., доцент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ; канд. геол.мин. наук; Курбанов А.А., доцент кафедры «Металлургия» НГГИ, канд. тех. наук; Ражабов А.А., студент горного факультета НГГИ

Сырьевой запас базальтов Узбекистана в среднем составляет более 150 млн. т. Запасы базальтов до конца не исследованы, и в том числе недостаточно исследована их структура.

В данной статье речь идет о структуре базальтов Северной Нураты и базальтов запада Центральных Кызылкумов (табл. 1, рис. 1-2).

По данным Узкомгеологии полоса распространения базальтов на северной части страны протягивается вдоль северных склонов гор Северной Нураты, от селения Чимкурбан на востоке до окончания перечисленных гор и далее продолжается до Букантау - на западе - в Центральных Кызылкумах [1-2]. По составу они отвечают порфировым и афировым долеритово-базальтам с микродолеритовой, интерсертальной структурами основной массы и миндалекаменной текстурой. На наиболее удаленных от вулканического аппарата зонах имеют гломеропорфировую структуру, обусловленную фенокристаллами лабрадора и пироксена. Главная масса часто гиалопилитовая без темноцветных минералов или интерсертальная.

Текстура нередко миндалекаменная, но размер миндалинов и их количество в этих базальтах заметно меньше 1-2 мм. Здесь микро-порфировые базальты чередуются с афировыми разностями с интерсертальной или толеитовой структурами главной массы, в которых больше плагиоклаза, если они среди плагиоклазовых базальтов, или меньше, если среди пироксеновых.

Установлено, что в Северной Нурате базальты сосредоточены в рифовой зоне, охватывающей северные предгорья - возвышенности Писталитау,

передовую гряду, Ханбандытау, Егарбелитау, Базайгор и Балыккытау. Они выделены как Чимкурбанская свита D1-D2, о чем свидетельствуют данные, установленные учеными перечисленных районов. Наиболее полный и обнаженный разрез вулканических рассматриваемой формации находится в Асмансае, где у северной границы распространения вулканических обнаружены фрагменты вулканического жерла «Асмансай». Микроскопическое описание базальтов проводилось в ЦНИЛ ГП НГМК по известной методике, разработанной учеными В.И. Лучицким и Л.А. Лапинской [3-4]. Порядок и результаты исследования приводятся ниже.

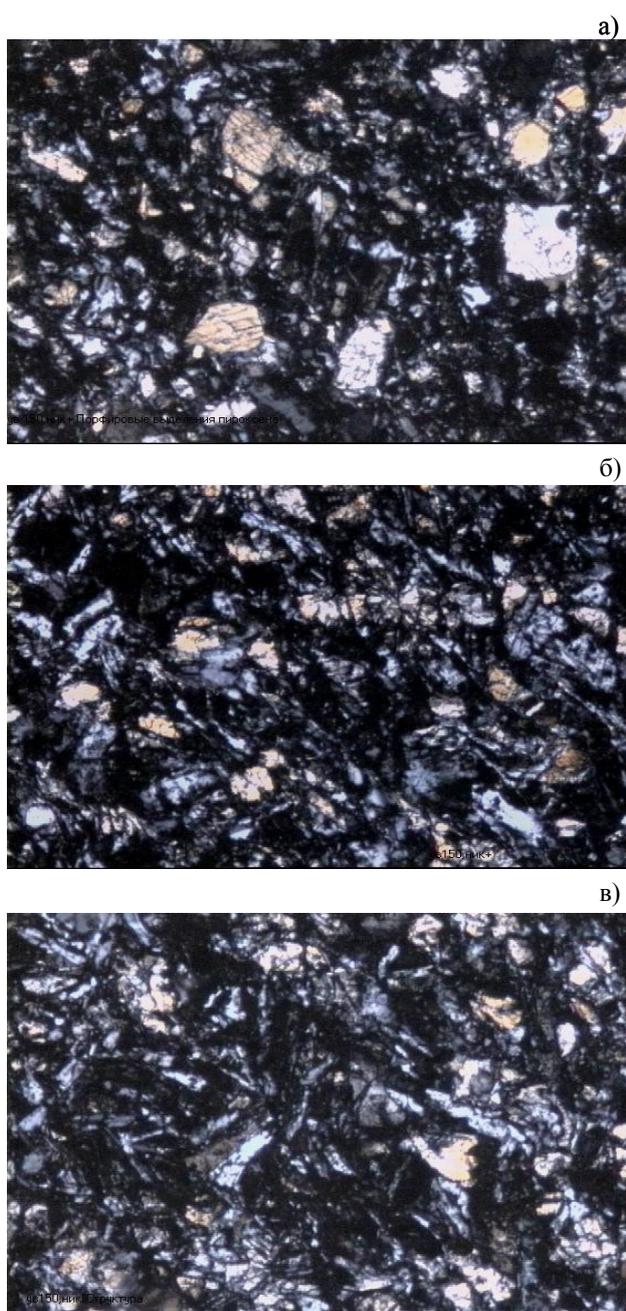
**Базальт «Айдаркульского» месторождения.** Редко и мелкопорфировая порода с афировой, аллотриаморфнозернистой структурой. Состоит примерно из равного количества совершенно неправильных зерен плагиоклаза и пироксена по оптическим свойствам близкого к диопсиду - авгиту  $C:Ng=36\div 43^\circ$ . Размеры зерен плагиоклаза не превышают 0,01 мм в основной массе и  $0,5\div 0,7$  мм в очень редких порфиробластах. Петрографические особенности базальтов Северной Нуратау приведены в табл. 1.

Облик кристаллов удлиненный с неясным граниением, образующим извилистые зубчатые, заливообразные границы. Кристаллы скручены, образуя войлокоподобные структуры, совместно с такими же ксероморфными зернами авгита, размеры зерен которых в основной массе несколько меньше, чем лейциты плагиоклаза. Содержание анортитового компонента определить невозможно ввиду искривленности полисинтетических двойников. По ширине

Таблица 1

Петрографические особенности базальтов Северной Нуратау

Свиты	Фации вулканизма	Характерные признаки породы	Структуры	Главные породообразующие минералы	Аксессуары минералы
Андреевская	Пирокластическая	Лейкобазальты	Порфировая	Пироксен: авгит ( $C:Ng=41\div 43^\circ$ , $2V=52-54^\circ$ ); титан-авгит ( $C:Ng=45\div 47^\circ$ , $2V=+58^\circ$ )	Апатит
Болосайская	Лавовая	Пироксеновые базальты	Афировая		Сфен
Сентябская	Жерловая	Оливиновые базальты	Интерсертальная	Плагиоклаз $An_{50}$	Магнетит
Шавазская	Субвулканическая	Пикробазальты и диабазы	Диабазовая, дентритовая (спинифекс), стекловатая; фенокристаллов не более 10%	Стекло основного состава	Титаномагнетит, ильменит до 3%



**Рис. 1. Микроструктура базальта Айдаркульского месторождения:** а) мелкопорфировая; б) афировая; в) скрученная структуры (николи скрещены, увеличение 150 х)

индивидов—двойников это плагиоклазы состава лабрадора, возможно местами спускающегося до андезина и поднимающегося до битовнита.

Кристаллы авгита более изометричны по сравнению с удлиненными зернами плагиоклаза. Они образуют мелкие таблитчатые кристаллы, размеры большинства которых в основной массе породы не превышают 0,0 мм. Но отдельные места в породе заняты более укрупненными кристаллами авгита, образующего мелкие порфировые выделения размером до 0,5÷0,7 мм. Встречаются случаи образо-

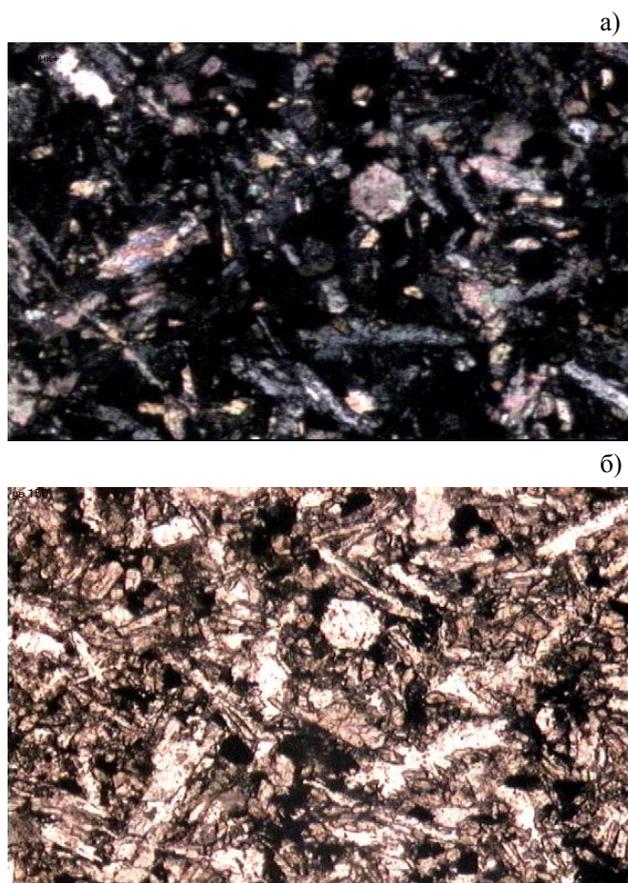
вания такими порфировыми выделениями гломеробластов, состоящих из 3÷5 индивидов.

Размеры таких гломеробластов достигают 1,0÷1,5 мм. В них авгит имеет четкую призматическую спайность, редко встречающиеся разрезы, имеющие 2 системы трещин спайности, пересекающихся почти под прямым углом ( $\approx 87^\circ$ ). Высокий рельеф, довольно большой показатель преломления по сравнению с соприкасающимися кристаллами пла-гиоклаза, достаточно яркие светло – желто-буроватые интерференционные окраски вместе с большим углом погасания, колеблющемся в пределах  $36\div 43^\circ$  позволяют рассматривать состав пироксена соответствующим к переходным разностям от диопсида к авгиту. В скрещенных николях, благодаря интерференционной окраске, легко диагностируется. Кроме этих двух минеральных фаз, в породе имеется около 30% объема стекловатого вещества микрозернистого и импликационного строения. Структурные особенности их показаны на рис. 1.

Описываемая порода видимо претерпела течение излившейся магмы по склону вулкана. Об этом свидетельствует полосчатое распространение стекловатого вещества, ориентированного в одном направлении. Огибание стеклом отдельных кристалликов авгита и плагиоклаза создает рисунок оцилярной структуры основной массы. Состав стекла по окраске темно-серый и почти черный свидетельствует о его довольности.

Скрученность кристалликов плагиоклаза и войлокоподобная ориентировка кристаллов основной массы может указать на формирование породы в условиях движения лавы. Такая порода также имеет определенное количество пор. Поры здесь ориентированы вдоль направления течения или полос, отличающихся друг от друга соотношением стекла и кристаллических фаз. Некоторые полосы содержат стекла больше, чем полосы, в сложении которых преобладают кристаллические зерна. Повсеместно поры продолговатые, длины их соответствующие направлению полосчатости достигают 2,0 мм, при ширине 2÷3 раза меньшем, чем ширина пор. Иногда поры взаимно сообщаются узкими шнуровидными трещинами. Почти все крупные поры здесь пустотелые, заполненные канадским балзамом. Однако в отдельных участках породы встречаются более мелкие, относительно изометричные поры, заполненные халцедоновидным кварцем. Вместе с кварцем в них встречаются псевдопороды неагрегированного аморфного хлорита в очень мелких выделениях, развитие которых происходит по минералам, определение которых представляет определенную трудность. Такие мелко порфировые афировые базальты севернее Севернуратинских гор были изучены Л.В. Шпотовой и В.Н. Ушаковым. Они считают их продуктом излияния базальтов Бельтау-Кураминской структурно-формационной зоны.

**Базальт Асмансайского месторождения.** Исследование базальтовых образцов Асмансайского месторождения проводилось аналогичным образом. По ре-



**Рис. 2. Микроструктура базальта «Асмансайского» месторождения: а) поляризованный; б) проходящий свет (николи скрещены, увеличение 150 x)**

зультатам исследования обнаружено, что в состав породы входят: плагиоклаз (60%), авгит (40%), вторичные минералы: кальцит, эпидот, цоизит, сфен, хлорит, рудные: магнетит, лейкоксен. Структура гиалопилитовая, местами пойкилоофитовая, интерсертальная. Порода мелкозернистая, мелко- и редкопорфировая. Преобладают лейсты и микролиты плагиоклаза, в промежутках которых встречаются мелкие кристаллики авгита, уступающие по степени идиоморфизма плагиоклазу. Размеры плагиоклазовых микролитов до  $0,05 \div 0,1$  мм. Состав плагиоклаза в основной массе кислее, чем в редких мелких порфировых выделениях, по углу симметричного угасания соответствует андезину. Подвергается частичной альбитизации по краям зерен. Порфировые выделения плагиоклаза не превышают 1 мм. Они обычно призматические, таблитчатые образования, слегка удлиненные по  $(\perp 001)$ . Длина зерен порфировых выделений редко превышает ширину в  $2 \div 2,5$  раза. Размеры их, постепенно сокращаясь, достигают размеров микролитов плагиоклаза из основной массы. Только в отдельных местах встречаются удлиненные призматические кристаллики, размеры которых находятся в пределах  $0,2 \div 0,5$  мм по длине.

Микролиты ориентированы беспорядочно, взаимно пересекаясь, составляют интерсертальную структуру.

В промежутках между микролитами плагиоклаза размещаются мелкие короткопризматические выделения моноклинного пироксена с углом погасания по  $S:Ng=38 \div 41^\circ$ . Совместно с пироксеном в промежутках плагиоклазовых микролитов местами сохраняется стекло микрозернистой афанитовой структуры, отличающейся от окружающей кристаллов плагиоклаза низким преломлением и отчетливым дисперсионным эффектом, выраженным слабым золотистым оттенком, окружающей массы, сложенной микролитами плагиоклаза. Из-за незначительного количества стекла и его распределенности в разрозненных промежутках кристаллов плагиоклаза микролитов отличить дисперсионный эффект требует значительных усилий кристаллооптических наблюдений. Характерной особенностью стекла, встречающегося в интерстициях плагиоклазных микролитов в данной породе является его насыщенность рудными минералами - магнетитом, который выделяясь совместно со стеклом в значительной части находится в составе стекла в виде твердого раствора микрочастиц. Пылеватость микрочастиц, смешанной со стеклом, придает последнему темно-серую окраску с губчатой структурой, обусловленной неравномерным распределением микрочастиц рудного минерала среди стекла. Этим связано изменение интенсивности черной окраски в пределах микровыделений неправильной формы с извилистыми краями.

Однако среди таких масс выделяются черные, плотные, обычно четырех и треугольной формы рудные минералы, представляющие мелкие зерна магнетита, выделяющиеся за счет собирательной рекристаллизации в последних стадиях застывания базальтовой лавы. Вероятно, в составе рудного минерала заметную роль играют примеси окислов титана, дающие в последующих стадиях пегнетические изменения облачного строения выделений, лейкоксена.

В породе в ассоциации со стеклом часто встречаются неправильные линзовидные выделения эпидота, смешанного с минералами группы цоизита. Среди этих минералов содержатся также и мелкие высокопреломляющие, бесформенные, иногда округлые эллипсовидные изометричные зерна эпидота, характеризующихся с неравномерным распределением интерференционной окраски. Наиболее яркая особенность данного базальта в том, что он имеет миндалякаменную текстуру. Миндалины представляют различного размера поры, заполненные гистерогенными минералами, среди которых подавляющее значение имеет кальцит. Можно отметить, что все поры полностью заполнены кальцитом, образующим довольно хорошо развитые кристаллы с полисинтетическими двойниками. Они образуют в порах гломеробласты, состоящие из нескольких индивидов, рост которых происходит эпитаксиально со стенок пор. При этом ориентировка кристаллической решетки минерала не однообразна, поэтому кристаллы обуславливают появление секторального погасания.

Вместе с кальцитом и среди них встречаются пойкилитовые выростки кислого плагиоклаза - альбита, иногда образующего венчики вдоль контакта кальцитового зерна на границе его со стенкой пор. Как включения среди кальцитов, заполняющих миндалины, встречаются и включения зерна эпидота, цоизита и минералов этой группы. Некоторые включения среди кальцитов образуют гомоосевые псевдоморфозы хлорита, развитого, по-видимому, по реликтам плагиоклаза, остающегося среди кальцитовых зерен, т.е. захваченных во время их роста. Интенсивное заполнение карбонатом пор сопровождается обособлением кальцитовых кристаллов с образованием прожилок и гнезд среди базальтовой матрицы.

В данной породе встретились обломочные ксенолиты с угловатыми формами неправильного очертания. Вокруг этих ксенолитов развивается кайма из рудного вещества близкого к гидроокислам железа. По всей площади обломков развита светлозеленого цвета афировая масса хлорита. Местами среди ксенолитов встречаются остатки стекловатого черного вещества без определенных форм выделения. Описанная порода может быть названа афировым лейкобазальтом.

Очевидно, эти ксеногенные обломки имеют туфогенную природу. Обломки базальтов предыдущего импульса извержения, видимо, попадали в свежую базальтовую лаву. При этом стекловатый материал, испытав тепловое воздействие свежей лавы, начал растрескиваться, выделяя, выростки плагиоклаза, которые на самом деле наблюдаются среди ксенолитов, описанных выше. Кроме выростков плагиоклаза, среди этих ксенолитов встречаются также микро выделения эпидота, цоизита и сфена.

Находясь среди нагретого расплава, эти ксенолиты были подвергнуты девитрификации с выделением указанных выростков, остающихся как релиты расстеклованного материала. Причем рудное вещество мигрировано к краям ксенолитов, образуя подобие келифитовых каемок наблюдающихся вокруг кристаллов граната, встречающихся в лампроитах и алмазонасных кимберлитах. Структурные особенности их показаны на рис. 2.

Исходя из изложенного материала, можно сделать заключение, что описываемая порода сформиро-

ровалась как продукт подводного излияния основной магмы с характерной миндалекаменной текстурой, интерсертальной, в отдельных участках с пойкиллоофитовой структурой. Из этого следует, что такой минералогический состав базальтовой породы Айдаркульского и Асмансайского месторождений заметно отличаются друг от друга. В рассмотренных обоих случаях типичным силикатным соединением выявлен образовавшийся в составе базальта часть минерала - оливин. Его структурная формула объединяет Mg, Fe, Si и O, т.е.  $(Mg, Fe)_2 [SiO_4]$ . Химические элементы оксидов в оливине имеют разные процентные соотношения, т.е. колеблются в пределах 0,013÷51,1%. Температура плавления оливина находится в пределах 1200%-1250°C. Поэтому производители для изготовления базальтоволоконистых материалов часто используют базальт, в составе которого основное место выделено оливину.

Соединение оливина, пироксена и магнетита составляет структуру базальта. Структурная формула минерала - пироксена объединяет такие химические элементы, как: Mg, Fe, Si, Ca, Al, Na и O, т.е.  $R_2 [Si_2O_6]$ . Преимущество в пироксене выделено соединениям:  $MgO \cdot SiO_2$  и  $FeO \cdot SiO_2$ .

Очевидно, по этой причине температура плавления пироксена повышена, чем у оливина, т.е. достигает до предела 1500-1550°C. При этом структурная формула минерала - плагиоклазы связывает химические элементы Si, Ca, Al, Na, O и выражается в двух формах: альбит- Na  $[AlSi_3O_8]$  (переходит в полное жидкое состояние при температуре 1250°C) и Ca  $[Al_2Si_2O_8]$  (переходит в полное жидкое состояние при температуре 1550°C). Основную часть плагиоклаза занимает  $Si_2O$  (от 44 до 67%) и самая малая доля выделена на  $Na_2O$ . По данным экспертов высокое содержание  $Si_2O$  в плагиоклазе, так же как у пироксена, способствует повышению температуры плавления базальта.

Таким образом, изучение базальтов Кызылкумов показали заметные отличительные критерии минералогического состава данной породы. Во многих случаях минералогический состав базальта способствует изменению температуры плавления базальтов. Тем самым корректирует расходы топливных ресурсов.

#### Список литературы:

1. Государственный баланс запасы полезных ископаемых РУз. «Сырьё для производства минерального волокна». Таш. 2010 г.
2. Курбанов А.А., Абдурахмонов С.А. и Тураев А.С. Основы переработки базальтов Кызылкума. Монография. Изд. «Фан» АН РУз. 2010 г., с 167.
3. Лучицкий В.И. Петрография. М.: Госгеолгиздат. 1949. стр. 213-225.
4. Лапинская Л.А., Прошляков Б.К. Основы петрографии. Изд. «Недра», М., 1974 г., стр. 30-36.

## ЧИМКУРГАНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

**Плещенко И.В.**, ведущий научный сотрудник геологического факультета Национального университета Узбекистана им. Мирзо Улугбека, канд. геол.-мин. наук; **Мирзаев А.У.**, зам. директора по науке НПЦ «Геология драгоценных металлов и урана» НГМК, канд. геол.-мин. наук; **Наврузов С.С.**, ст. преподаватель геологического факультета Национального университета Узбекистана им. Мирзо Улугбека, канд. геол.-мин. наук; **Булина Н.В.**, преподаватель геологического факультета Национального университета Узбекистана им. Мирзо Улугбека

Чимкурганское месторождение железных руд расположено в Фаришском районе Джизакской области у передовой гряды гор Писталитау. Железные руды развиты в Чимкурганской свите. Сложена она в основном вулканогенными породами основного состава: диабазами, диабазовыми порфиридами, миндалекаменными базальтами, «шаровыми» лавами базальтов, реже встречаются линзы андезито-базальтов. Осадочные образования имеют подчиненное значение и представлены линзами и прослоями аргиллитов, алевропелитов, известняков, доломитов, реже кварцитовидными, кремнистыми и яшмоподобными породами. Среди осадочных пород отмечаются линзообразные тела гематит-магнетитовых руд с гнездами и линзами яшм сургучно-красного цвета и черными кварцитовидными породами [1].

Чимкурганская свита имеет ритмичное строение и отвечает рангу ритмосвиты согласно методике комплексного биоритмостратиграфического расчленения и корреляции осадочных отложений [2].

Чимкурганская ритмосвита на Чимкурганской площади расчленена на три ритмоподсвиты, в нижней ритмоподсвите выделено три ритмопачки (XI-XIII), в средней - пять ритмопачек (XIV-XVIII), в верхней - шесть (XIX-XXIV).

Низы чимкурганской ритмосвиты на площади не обнажаются, поэтому условно разрез ритмосвиты начат с одиннадцатой ритмопачки. Низы и средняя часть ритмопачек сложены вулканогенными породами, верхи - осадочными. Отмечается приуроченность оруденения к определенным ритмам и их элементам (рис. 1).

Четко устанавливается трехчленное строение чимкурганской ритмоподсвиты. В верхах ритмоподсвиты широкое распространение получили осадочные породы. Так, в верхах нижней ритмоподсвиты (XI-XIII РП) содержание осадочных пород составляет в районе рудного тела № 4 - 4,0÷40,4%, в районе рудного тела 3 - 3÷38%, рудного тела 1 - 30,5%. Содержание осадочных пород в средней ритмоподсвите по р.л. 31-10,3%, по р.л. 37 - 22,4%, р.л. 43 - 8,3%, в районе рудного тела I в рудовмещающей пачке - 51,4%. В верхней ритмоподсвите (р.л.71) 6,2%. В западной части площади содержание осадочных пород составляет также несколько процентов от общего состава верхней ритмоподсвиты.

Таким образом, максимальное количество осадочных пород наблюдается для нижней части чимкур-

ганской свиты (нижней ритмоподсвиты) в западной части площади (р.л. 11-31), для верхов средней ритмоподсвиты - в восточной части (р.л. 31-18).

Мощность Чимкурганской ритмосвиты по наиболее полному разрезу (р.л. 31) составляет 1100 м, на долю осадочных пород приходится 96 м (10,9%). Мощность нижней ритмоподсвиты - 165 м, осадочные породы составляют 27,6%; мощность средней ритмоподсвиты - 495,0 м, а в районе рудного тела 1 - 555,0 м с содержанием осадочных пород - 24,1% мощность верхней ритмосвиты до 440,0 м. Набор осадочных пород невелик и представлен аргиллитами, алевролитами, известняками, доломитами, кремнистыми породами. Наиболее распространенными являются аргиллиты.

Среди аргиллитов выделены следующие разновидности: чистые аргиллиты; аргиллиты алевроитистые и алевроитовые - алевропелиты (алевроаргиллиты); аргиллиты известковистые и известковые; аргиллиты доломитистые и доломитовые. Известняки встречаются в виде прослоев светло-серой, серой окраски среди аргиллитов, мощностью до 1÷2 см до 5÷10 см. Структура - микро-мелкозернистая, текстура - массивная, участками слабо перекристаллизована. Порода представляет собой микро-мелкозернистую массу зерен кальцита. Редко по трещинам и гнездами перекристаллизована. Рудные минералы представлены мелко- и тонкозернистым лейкоксеном и гидроокислами железа.

Доломиты встречаются следующих разновидностей: доломиты пелитоморфные; доломиты пелитовые; доломиты пелитистые, алевроитистые; доломиты алевроитовые; доломиты кремнистые. Доломиты пелитоморфные, встречаются в виде прослоек в 1,5÷2,5 мм среди доломитов пелитовых. Это порода с пелитоморфной структурой, для которой характерно присутствие пирита пылеватого и мелкокристаллического до 10%, лейкоксена до 1÷2%.

В результате фацеального анализа осадочных образований в составе чимкурганской ритмосвиты установлены осадки следующих фацеальных поясов: центральноотстойного, доннотечения, мутьевых потоков. Эти фацеальные пояса занимают наиболее глубоководные центральные участки бассейнов [3].

**Центральноотстойный фацеальный пояс.** Господствует, происходящее в воде, оседание мутей разного происхождения, преимущественно снесен-

ных с суши в результате самых различных гидродинамических процессов, а именно:

- подводнодельтовых;
- волноприбойных;
- доннотечениевых;
- мутьевых потоков;
- при таянии ледников и айсбергов, а также возникшие из золы и вулканической пыли.

Установлены осадки центральноотстойной иловой и застойной фациальных зон. К отложениям центральноотстойной иловой зоны относятся аргиллиты, алевропелиты зеленой, серо-зеленой, зеленовато-серой окраски; известняки серой, темно-серой окраски. Для них характерна тонкая слоистость с горизонтальной слоистостью. Наличие ориентировки слюды, гидрослюды и терригенных минералов по длинной их оси свидетельствует о привносе осадков донными течениями. В центральноотстойной фациальной застойной зоне отлагались черные илистые осадки, представленные в разрезе черными аргиллитами и кристаллизационные осадки - темно-серые, черные пелитоморфные известняки и доломиты. В аргиллитах участками отмечаются примазки черного углестого вещества.

**Доннотечениевые фации** относятся к типу сточных течений и, по-видимому, являются продолжением подводнодельтовых течений. К образованиям этой фации относятся прослои серых, зеленовато-серых алевролитов, залегающих среди центральноотстойных отложений. В алевролитах наблюдается однонаправленная косая слоистость, мощность слоев алевролитов от 1÷5 мм, редко до 1÷3 см. Такие мелкообломочные осадки течений широко развиваются лишь вблизи подводных дельт, доставляющих необходимый для их образования алевролитовый материал, и исчезают вдали от дельт, а также у окончания течений.

Алевролитовые осадки чимкурганской ритмосвиты формировались в зоне окончания течений. Состав обломков (кварц, полевые шпаты, слюды) свидетельствует о размыве магматических пород кислого состава, тонкий состав осадков говорит об удаленности области сноса.

**Пояс мутьевых потоков.** Осадки мутьевых потоков могут быть снесены из мелководья, где они находились на склоне дна в неустойчивом состоянии и легко срывались, особенно при землетрясении. Мутьевые потоки образованы грязью, в которой перемешаны пелитовые, алевролитовые, песчаные и гравийные части. При оседании этих осадков происходит разделение частиц по крупности с постепенным уменьшением размеров зерен снизу вверх. Образуется градиционная слоистость. Образование мутьевого потока встречено в единственном случае в скв. 6338 на глубине 110,5 м. представлено алевролитом мощностью в 5 см. В его основании мощностью до 2 см алевролит гравийный. Размер гравия 1÷5 мм, неокатанный, с содержанием до 40÷45%. Содержание и размер гравия уменьшается к кровле.

В формационном отношении осадочные образования чимкурганской ритмосвиты входят в состав:

- а) удаленно-неритовой морской пелитовой формации центральноотстойной субформации;
- б) удаленно-неритовой морской слоистой карбонатной формации центральноотстойной субформации;
- в) удаленно-неритовой морской псаммитопелитовой формации доннотечениевой субформации.

Формирование Чимкурганской ритмосвиты происходило в прогибающейся седиментационной впадине с периодами излияний трещинных лав основного состава и со спокойными периодами, когда накапливались осадочные отложения и наступали на дно бассейна поствулканические эксгаляционные растворы с рудным веществом, осадки привносились слабыми течениями и выпадали в осадок в спокойных гидродинамических условиях. Периодами действовали маломощные сточные течения, являвшиеся периферийными окончаниями подводнодельтовых течений, в результате отлагались косослойчатые маломощные прослои алевролитового материала. Редко с мелководий, расположенных за пределами района, поступали в бассейн мутьевые потоки, формируя градиционно-слоистые осадки.

Район месторождения Темиркан, расположенного к западу от Писталитау, являлся более приподнятым по сравнению с Чимкурганской площадью, осадки накапливались на северном склоне палеодепрессии, и представлялись волноприбойно-иловыми аргиллитами, реже волноприбойно-обломочными алевролитами. В северной и северо-восточной части возникали мелководные участки с благоприятными условиями накопления карбонатных формаций. Кратковременными периодами в южной части месторождения возникали более глубоководные участки с формированием осадков в условиях центральноотстойного фациального пояса.

На Чимкурганской площади развито 4 линзообразных рудных тел гематит-магнетитовых руд крутого падения ( $75^{\circ}$ ÷ $90^{\circ}$ ), самое крупное из которых (р.т.1) имеет мощность 15÷20 м (в среднем 17 м); с содержанием окислов железа 35÷40% (с глубиной содержание железа увеличивается до 38÷45%). Запасы железных руд на месторождении Чимкурган подсчитаны до глубины 100,0 м и составляют 2,5 млн.т, с содержанием 35÷40%.

**Рудное тело 1.** Расположено в северо-восточной части чимкурганской площади. С поверхности вскрыто канавами 1,12 и на глубину скважинами 6317, 6338, 6336, 6340. Рудное тело имеет линзообразную форму, залегающее согласно с рудообразующими породами. Мощность колеблется от 16 до 20 м, со средней мощностью в пределах 17 м. Состав руд магнетит-гематитовый, гематит-магнетитовый, реже почти магнетитовый. Рудное тело приурочено к низам осадочной пачки, залегающей в верхах XVIII ритмопачки, завершающей среднечимкурганскую ритмо-

подсвету. В рудах отмечаются участками тонкая слоистость, прослойки аргиллитов, кремнистых пород, яшм. На глубине скв. 6317 вскрыто рудное тело магнетит-гематитовых руд мощностью до 10 м. Отмечаются яшмы, прослойки аргиллитов, участками руды слоистые.

**Рудное тело 2.** Расположено в 500 м к юго-востоку от рудного тела 1 (по аз. 220°), имеет линзовидную форму и состоит из равномерного переслаивания осадочных пород и гематит-магнетитовых прослоек. Приурочено к низам осадочной пачки, расположенной в верхней части XI ритмопачки. В кровле ритмопачки отмечается магнетит-гематитовая минерализация с вкрапленностью халькопирита и пирита. Мощность рудного тела 2 до 6 м. прослежено на 100 м.

С поверхности прослежено канавой 15. Скважинами 6855к, 6320 вскрыто до глубины 26 м. Содержание железа 26,78% , оксида железа - 39,68%.

**Рудное тело 3.** Расположено к юго-западу от рудного тела (в 250 м), вскрыто под четвертичными отложениями скв. 6808к, 6313. Рудное тело имеет линзовидную форму, мощность его до 6,0 м. Руды магнетит-гематитовые, залегающие согласно с вмещающими породами. Вмещающие породы представлены прослойками серо-зеленых пелитистых листовато-слоистых известняков, зеленых, серо-зеленых аргиллитов с туфовым материалом, алевролитами зеленовато-серыми.

Прослежено на глубину до 60,0 м содержание железа 35,74% , оксида железа - 51,04%.

Мощность осадочных прослоек от 1 мм до 1 см, реже до 2 см. Здесь же отмечаются линзочки и линзовидные прослойки сургучно-красных яшм мощностью в 0,5÷1,5 см. Мощность гематитовых прослоек от 1 м до 5 мм реже до 1÷2 см; прослойки магнетита мощностью от 1 мм до 1 см. Преобладают прослойки гематита, прослоями известняка и алевролиты окремнены. Рудное тело 3 размещается в низах осадочной пачки, расположенной в верхах XIII ритмопачки.

**Рудное тело 4.** Расположено в южной части западного участка в тонкослоистых породах с прослоями яшмы и кварцитовидных пород. Форма рудного тела линзообразная, залегание согласно с вмещающими породами. Мощность рудного тела от 2 м до 9 м, средняя мощность 6м, протяженность до 300 м. Руды имеют тонкополосчатое

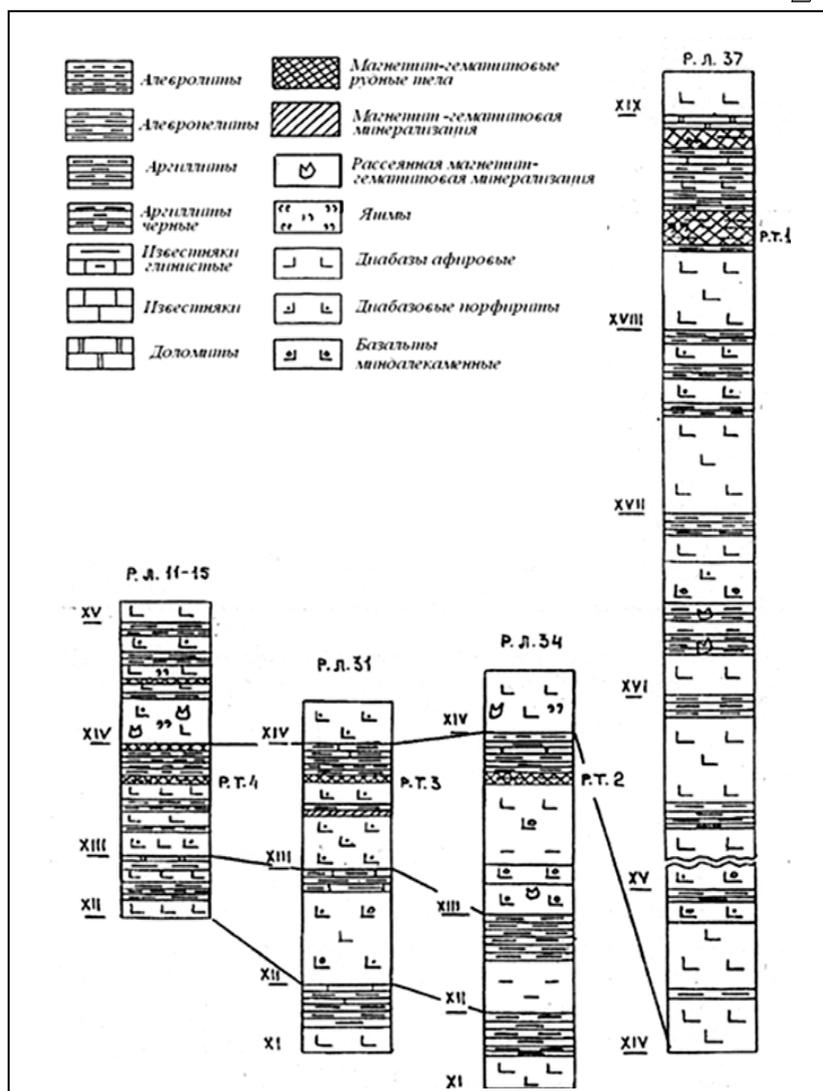


Рис. 1. Сопоставление разрезов Чимкурганской ритмосвиты, содержащей рудные тела 1, 2, 3, 4

строение, мелкозернистую структуру, состав магнетит-гематитовый. Рудное тело расположено в низах осадочной пачки, залегающей в верхах XIII ритмопачки. В скв. 6328 встречено в кровле XIII ритмопачки магнетит-гематитовое оруденение в аргиллитах мощностью до 2,0 м. Отмечается магнетит-гематитовая минерализация в диабазовых породах в XIV ритмопачке, залегающей на рудоносной пачке XIII ритмопачки. Прослежено на глубину - 44 м. содержание железа 29,67%, оксида железа - 46,39%.

Таким образом, в Чимкурганской ритмосвите на Чимкурганской площади устанавливается два уровня локализации железорудного оруденения. Первый уровень размещается в верхах XIII ритмопачки в кровле нижнечимкурганской ритмоподсветы. К нему приурочены рудные тела 2, 3, 4. Они расположены на одном и том же ритмостратиграфическом горизонте, в низах осадочной пачки, залегающей в кровле XIII ритмопачки. Второй уровень находится в верхах XVIII ритмопачки, залегающей в кровле

среднечимкурганской ритмоподсветы (рудное тело 1). Установлены следующие факторы размещения.

**Фациальный и формационный фактор.** Железородное оруденение размещается в осадках центральноотстойного фациального пояса, осадки которого располагаются в верхах ритмопачек, приуроченных к верхам ритмоподсвет. В формационном отношении, это образования удаленно-неритовой морской пелитовой и морской слоистой карбонатной формаций.

**Палеогеографический фактор.** Железородное оруденение формировалось в глубоководной части прогибающейся палеодепрессии в период прекращения эффузивной деятельности, которая сменялась накоплением осадочных отложений и поступлением рудных поствулканических эксгальций на дно морского бассейна. Из рудных растворов рудное вещество осаждалось на дне бассейна в виде тонких прослоев и линз перемежаясь с осадочными породами.

**Литологический фактор.** Выражается в приуроченности железородного оруденения к осадочным породам, представленным аргиллитами, алевролитами, известняками, доломитами, залегающими в вер-

хах ритмопачек, расположенных в верхних частях ритмоподсвет. При этом наблюдается наибольшее распространение осадочных пород в подстилавших рудные тела образованиях чимкурганской ритмосветы.

Во время формирования чимкурганской ритмосветы в морском бассейне существовали локальные впадины (Чимкурганская площадь) и более приподнятые участки, переходившие в северном направлении в мелководные поднятия (Темиркан). Возможно, Южнописталитауский разлом отделял в районе месторождения Темиркан глубоководную впадину от ее более мелководного склона. Разлом служил зоной трещинного излияния лав основного состава и зоной поступления в морской бассейн поствулканических эксгальций.

В результате геолого-разведочных работ Учкулачской ГРП определены запасы железистых руд в 2,5 млн. т с содержанием 35÷40% до глубины 100 м, кроме того, диабазы и диабазовые пофириты и другие основные породы Чимкурганского месторождения представляют интерес, как сырьё для цементной промышленности.

#### Список литературы:

1. Панкратьев П.В., Михайлова Ю.В., Завалишин С.Н. и др. Стратиформное оруденение Учкулачского рудного района. Ташкент, ФАН, 1990, 233с.
2. Попов В.И., Троицкий В.И., Запрометов В.Ю. и др. Теоретические предпосылки литолого-геохимических прогнозов осадочных месторождений. Ташкент, ФАН, 1986, 180с.
3. Попов В.И., Макарова С.Д., Филиппов А.А. Руководство по определению осадочных фациальных комплексов и методика фациально-палеогеографического картирования. Л., Гостоптехиздат, 1963, 714с.

УДК 553.31

© Исаходжаев Б.А. Халилов А.А. 2012 г.

## НЕКОТОРЫЕ КРИТЕРИИ И МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА «ЧЕРНОСЛАНЦЕВОГО» ТИПА

Исаходжаев Б.А. профессор кафедры «Геология полезных ископаемых и разведочные работы» ТашГТУ, док. геол. наук, Халилов А.А. аспирант кафедры «Геология полезных ископаемых и разведочные работы» ТашГТУ

Имеющийся фактический материал по редкометально-урановорудным объектам в углероди-кремнистых формациях Кызылкумского региона позволяет сформулировать обобщенную модель металлогенического объекта не только ранга рудного района и узла, но и рудного поля, площади или даже отдельно взятого месторождения.

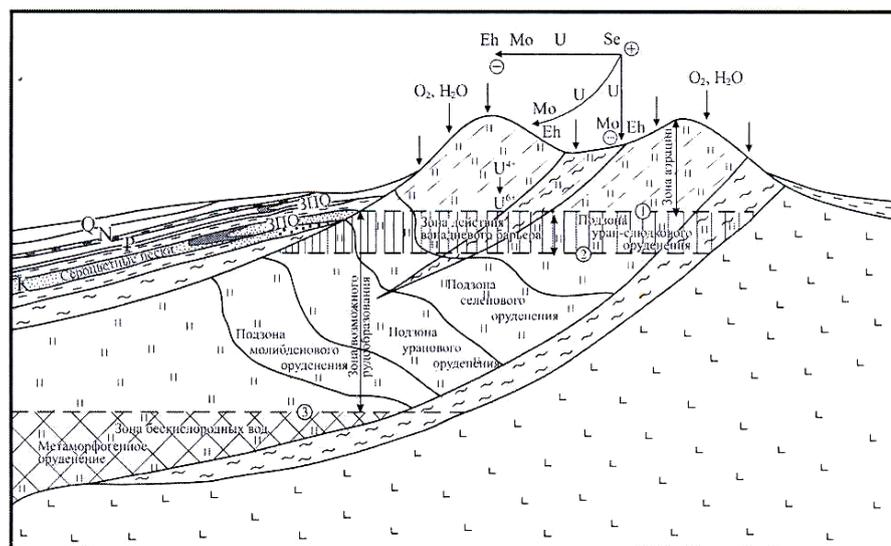
В настоящее время задача поисков промышленных месторождений урана в палеозойских сланцевых формациях подразделяется на 2 части.

К первой части относятся поиски новых рудопроявлений и месторождений, главным образом, не выходящих на дневную поверхность. Второй ее частью является переоценка известных рудопроявлений

и рудных полей. Такова основная тенденция развития черносланцевого направления в других странах, имеющих подобные формации.

Опыт разведки и поисков рудопроявлений в сланцевых толщах показывает, что крупные рудные скопления образуются в участках, где на фоне повышенных сингенетических концентраций в углеродисто-кремнистых формациях было перераспределение урана под влиянием поверхностных кислородных и сульфатных растворов, формирующих трещинно-инфильтрационное оруденение.

Все инфильтрационные рудопроявления в «черносланцевой» толще (ранее они считались гидротермальными) связаны с областями, прошедшими дли-



Условные обозначения

- ① — граница области инфильтрационного режима (уровень подземных трещинных вод)
- ② — граница действия ванадиевого барьера
- ③ — поверхность области эксфильтрационного режима (основной гидродинамический раздел; уровень регионального базиса эрозии)
- ▨ ▨ — углеродисто-кремнистые сланцы
- ▩ ▩ — филлитовидные кварц-сланцевые сланцы
- ▧ ▧ — амфиболовые сланцы, хлоритовые сланцы, кварц-хлорит-серцитовые сланцы
- Eh ← Mo — направление движения кислородсодержащих вод и уран-, селен-, молибденсодержащих растворов

Рис. 1. Схема формирования месторождений «черносланцевого» типа в ураноносных черносланцевых толщах Центральных Кызылкумов и зон пластового окисления мезозойско-кайнозойского чехла провинции

тельные периоды денудации. Оруденение локализуется в зонах тектонических нарушений, главным образом, межпластового характера, в крыльях антиклинальных и мульдах синклинальных складок. Благоприятными являются поперечные, воланные широкие складки. В синклинальных складках этого типа по межпластовым зонам нарушений развивается оруденение ниже уровня грунтовых вод в восстановительной обстановке. Качество оруденения и его количество определяются:

- степень сингенетических концентраций урана во вмещающих сланцах;
- степень обогащения этих же горизонтов сульфидами, которые являются источником сернокислых растворов, выщелачивающих сингенетичный уран;
- степень дробления пород по нарушениям и минеральным составом брекчий, определяющих фильтрационные свойства зон нарушений;
- важное значение имеет высота «гидродинамического этажа» или глубина уровня залегания грунтовых вод,
- степень и быстрота эрозии;
- скорость тектонического поднятия;
- величина геологического времени, определяющая длительность процессов выщелачивания.

Многие из этих факторов зависят от режима тектонического развития района; резкие глыбовые поднятия большой амплитуды выводят рудные тела из зоны застойных вод в зону окисления, усиливающаяся эро-

зия вскрывает окисленные рудные тела и разрушает их. На новом уровне грунтовых вод начинает формироваться новая зона трещинно-инфильтрационных руд (ранее называемая зоной цементации) за счет разрушения окисляющихся рудных тел и выноса урана из брекчированных пород. Такого типа оруденение чрезвычайно характерно, по мнению авторов, для всех известных промышленных объектов «черносланцевого» типа, где палеозойские возвышенности испытали блоковые поднятия в альпийское время.

Из этих предпосылок вытекают следующие основные критерии для поисков и оценки промышленного уранового оруденения:

1. Критерии стратиграфического и литологического характера, которые определяют литостратиграфический контроль оруденения (одним из важнейших является наличие углеродисто-кремнистых сланцев кокпатаской свиты).

2. Критерии, позволяющие оценить вероятность перераспределения урана гидротермальными растворами в эндо и экзоконтактных зонах интрузивов.

3. Критерии геолого-структурные, характеризующие позицию рудопоявлений по отношению к складчатому и разрывным структурам, в том числе в контактных зонах интрузивных массивов.

4. Структурно-морфологические критерии.

5. Гидрогеологические условия, способствующие образованию залежей и сохранению их при последующих геологических процессах.

6. Критерии минералого-геохимические, позволяющие определить первичный или вторичный эпигенетический характер оруденения и расшифровать положение оруденения в современной коре выветривания, и др. данные.

7. Критерии тектонические, наличие зон тектоников, дробления пород, брекчирования, интенсивной трещиноватости.

В связи с тем, что ранее проведенными исследованиями практически не было обращено внимание пятому пункту, являющемуся, по мнению авторов, наиболее важным при наличии всех остальных критериев, остановимся на пятом критерии более подробно.

**Гидрогеологические условия формирования урановорудных тел в «черносланцевых» толщах.** С морфологическими и структурными условиями очень тесно связаны гидрогеологические условия того или иного рудопоявления. Прежде всего, это выражается

в распределении местных и региональных базисов эрозии и уровня залегания грунтовых вод.

В районе, например А рудопроявлений, для грунтовых вод, насыщающих зоны тектонических нарушений, местным базисом подземного истечения является уровень палеозойских пород к северу от рудопроявления ступенчато-опущенных на глубину 200÷400 м и захороненных под покровом неогеновых моллас.

Это значит, что оруденение может распространяться на глубину не менее 400 м, что частично подтверждается скважинами. На рудопроявлении Бозтау Юго-Восточное региональным базисом эрозии является отметка абсолютного уровня Аральского моря, т.е. оруденение может иметь размах до глубины 0 м (рис. 1)

Для формирования месторождений, прежде всего, должны быть условия для создания постоянного или периодического, но значительного внутри пласта водотока, обогащенного кислородом. В условиях современного пустынного климата с малым количеством осадков в межпластовых зонах дробления среди сланцев фактически не может формироваться сколь-нибудь серьезные количества движущихся вниз по нарушениям вод. Это очень концентрированные сернокислые пленочные растворы, производящие большую химическую работу в пределах верхней части зоны окисления.

Вероятно, более значительные грунтовые потоки формировались в предшествующее современному периоду время, когда вследствие более обильных осадков выработывался современный эрозионный рельеф. При этом там, где были такие постоянные или, скорее всего, временные потоки, создавались условия для фильтрации вниз по разломам более или менее обильного количества воды. Поэтому исследователей должны интересовать межпластовые зоны дробления, которые располагаются по тальвегам (вдоль или поперек) саев и межгорных ложбин, особенно на участках развития изоклинальных складок, с мощными межпластовыми зонами дробления в углеродисто-кремнистых горизонтах и пачках.

Кроме этого, более постоянные грунтовые потоки в сланцах могли формироваться и, возможно, формируются в настоящее время в зонах, сопряженных с трещинными водами интрузивных массивов.

Известно, что грунтовые потоки, идущие из гранитных массивов в меловые и палеогеновые осадки, формируют инфильтрационные месторождения «песчаникового» типа. Естественно предположить, что подобные процессы идут и в перекрывающих гранитные массивы сланцевых толщах и выдвинуть концепцию формирования трещинно-инфильтрационных объектов в «черносланцевых» толщах.

Трещинные воды, идущие из гранитного массива и встречающие на своем пути «черносланцевую» толщу, разбитую трещинами и разломами, сообщаясь с трещинными зонами интрузивов, по условиям рельефа и положению базисов эрозии по-

падают в сланцы, создавая потоки в секущих и межпластовых зонах дробления. Такие условия существуют почти во всех промышленных объектах и рудопроявлениях на всех поднятиях Центральных Кызылкумов.

Углекислые кислородные воды гранитов могут создавать глубинные очаги окисления при своем движении в ураноносных слоях сланцев и формировать инфильтрационные рудные залежи как урана, так и других подвижных элементов с переменной валентностью, в частности селена и молибдена, как и в процессах пластовой инфильтрации при формировании роллов на месторождениях «песчаникового» типа (рис. 1).

Отличие лишь в том, что в «черносланцевых» толщах, являющихся источниками рудного вещества для месторождений мезозойско-кайнозойского чехла, мы видим начало процесса, а в осадочном чехле его результат (формирование зон пластового окисления и их выклинивание). При трещинно-инфильтрационном процессе в ураноносных углеродисто-кремнистых свитах движение и динамика концентрации рудных компонентов не так высока, как в проницаемых песках, однако она происходит в сланцах не менее активно, чем в песчаниках чехла, и зависит от перечисленных выше критериев. Особое внимание должны привлекать крупные разломы, проходящие в «черносланцевую» кровлю. В них длительное время могли циркулировать метеорные воды, формирующиеся в интрузивах, гранитных массивах и могущие давать скрытые от глаз подземные грунтовые потоки в «черносланцевую» формацию и создавать там месторождения точно так же, как это имеет место в меловых и палеогеновых отложениях осадочного чехла. В большинстве случаев это будут крупные текущие нарушения, но с ними могут быть сопряжены межпластовые, аналогично пластовым зонам окисления, идущим от разломов в меловых отложениях.

По всему этому зоны контактов различных пород с ураноносными черными сланцами должны изучаться со следующих позиций:

1. Возможность нахождения руд в линейных корях выветривания, развивающихся по тектонически разрушенным контактам, и сопряженным с ними разломам в сланцах.

2. Наличие руд в участках пологой кровли, прогибах кровли и т.п., прикрытых маломощной кровлей сланцев интенсивно трещиноватых, нарушенных и окисленных. В этом случае оруденение может возникнуть при воздействии сернокислых вод, поступающих из вышележащих углеродисто-кремнистых сланцев или филлитов, интенсивно пиритизированных, в процессе их выветривания, которое может происходить как в зоне аэрации, так и в зоне водонасыщения (зона возможного рудообразования - зона трещинных инфильтрационных вод), а также и на границе с зоной застойных вод. Образование уранового оруденения наиболее вероятно во второй зоне (области возможного рудообразования и кислородных вод) в связи с трещинно-инфильтрационным процессом.

## РАСЧЕТ УСЛОВНЫХ ЗОН НЕУПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МАЛОМОЩНЫХ РУДНЫХ ТЕЛ ЗАРМИТАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА

**Каримов И.А.**, ст. преподаватель кафедры «Техника и технология добычи и переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГИ; **Хасанов О.О.**, ассистент кафедры «Техника и технология добычи и переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГИ; **Худойбердиев О.М.**, ассистент кафедры «Техника и технология добычи и переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГИ

При разработке Зармитанского золоторудного месторождения подземным способом применяется система разработки с маганизированием руды и подэтажное обрушение. Размеры разрабатываемого блока колеблются в пределах 40-80 м как по высоте, так и по ширине блока. Однако применяемые в настоящее время параметры блока не имеют достаточного обоснования, вследствие чего наблюдаются случаи самообрушения пород висячего бока, создавая некоторую опасность при продолжении работ.

Одним из ключевых вопросов в безопасном ведении эксплуатации месторождения является оценка и прогнозирование устойчивости горных пород в обнажениях. В соответствии с этим, для поддержания выработанного пространства в эксплуатационном состоянии затрачиваются немалые средства, которые все увеличиваются с ростом глубины разработки и ухудшением горно-геологических условий. Все это указывает на актуальность и острую необходимость анализа работ по разработке методов оценки устойчивости выработанного пространства в различных горно-геологических условиях, выполнения обоснованных прогнозов изменения его состояния, подвергнутых действию различных статических и динамических нагрузок. При этом должны быть учтены изменения условий разработки месторождения и способы выбора оптимальных средств повышения устойчивости пород в обнажениях. Эти меры должны обеспечить нормальные условия добычи и эксплуатации месторождения.

Исследования проблемы устойчивости выработанного пространства в теоретическом плане базируются на различных гипотезах и предпосылках физического и механического характера, а также на предположениях относительно зон распределения напряжений и деформаций в массиве пород, вмещающих выработанное пространство. Они, в большинстве случаев, основаны на методах теории упругости и пластичности, рассматривающие массив горных пород как сплошная среда. Такие исследования занимают значительное место в общем объеме изучения указанной проблемы. Существенным вкладом в развитие данного направления исследований явились работы А.Н. Динника, К.В. Рупенейта, Э.В. Каспарьяна, А. Лабаса и др.

Как известно, после отработки выработанного пространства массив горных пород находится под воздействием переменного поля напряжений, вызванного образованием полости. Для математического исследования напряженно-деформированного состояния такого массива применяют различные методы, в той или иной мере идеализирующие физико-механические свойства вмещающих пород. При этом происходит уменьшение степени идеализации свойств пород по мере создания современных новых и усовершенствования существующих методов математического описания состояния породного массива. Применяемые в настоящее время современные математические модели более точно описывают процесс деформирования пород и позволяют получить картину, максимально близкую к реальным условиям работы массива вмещающего выработанного пространства.

С другой стороны, следует отдельно характеризовать и более ранние работы, послужившие образованию первоначальных представлений о напряженно-деформированном состоянии породного массива и его свойствах. Одной из таких работ является работа Р. Феннера, в которой для исследования напряженно-деформированного состояния породного массива горных пород применяется строгий математический аппарат, и процесс деформирования рассматривается аналитически. В ней дан анализ различных способов математического описания свойств как нетронутого массива пород, так и в приконтурной области вокруг выработок. В этой работе впервые было опубликовано представление о различных зонах напряженно-деформированного состояния вокруг выработок. Указано, что размеры этих зон зависят от большого числа физико-механических факторов.

В развитие подхода работы об образовании зоны текучести вокруг выработок в работах [1-3] предложено выделение трех зон с различными напряженно-деформированными состояниями. Согласно этой схеме первую зону составляют ослабленные многочисленными трещинами породы. В этой зоне компоненты поля напряжений имеют сравнительно небольшие значения или близки к нулю. Вторую зону составляют породы, где компоненты поля напряже-

ний имеют повышенные значения. Эта зона называется зоной повышенных напряжений.

Наконец, третью зону составляют породы с ненарушенной структурой. В этой зоне поле напряжений естественное, и оно определяется как напряжения в нетронутым массиве пород.

Наиболее важные значения для практики поддержания выработанного пространства имеют задачи прогнозирования напряженно-деформированного состояния выработанного пространства, которые должны быть решены на стадии проектирования до начала разработки. Представление об образовании вокруг выработанного пространства зон различного напряженно-деформированного состояния позволяет решить задачи расчета устойчивости пород на контуре выработанного пространства в пределах зоны неупругих деформаций. При решении задач указанного класса применяются различные критерии устойчивости, к которым, прежде всего, относится подход, по которому оценка устойчивости выработанного пространства осуществляется на основании расчета условий разрушения пород.

Разработанные к настоящему времени критерии и методы расчета устойчивости породного массива основаны на сопоставлении максимальных напряжений в упругой модели с прочностью пород в массиве. Эти критерии, в основном, соответствуют началу зарождения трещин в боках выработанного пространства, проведенных в хрупких породах [4]:

$$k_0 \gamma H \leq \xi \eta [\sigma_{сжс}] \quad (1)$$

где  $k_0$  – коэффициент концентрации напряжений;  
 $x$  – коэффициент длительной прочности пород;  
 $h$  – коэффициент структурного ослабления пород;  
 $[\sigma_{сжс}]$  – предел прочности пород при одноосном сжатии.

Существует множество частных критериев устойчивости пород. В частности, на основании моделирования массива пород гипсовыми плитами автором работы [4] получен следующий критерий:

$$\eta [\sigma_{сжс}] \geq 3,3 \mu \gamma H \left( S = 0,3 \frac{\eta}{m} \right), \quad (2)$$

где  $m$  – коэффициент запаса.

В работах [5-7] отмечен критерий Давыдовича-Райского, который имеет вид:

$$S = 0,5 - 100 / [\sigma_{сжс}] \quad (3)$$

Предложен критерий устойчивости также в работе [8] для хрупких пород, имеющий вид:

$$s = k_0 \frac{(1 + \sin \varphi)}{\gamma H (1 - \sin \varphi)}, \quad (4)$$

который целесообразнее использовать в виде:

$$S = \frac{(1 + \sin \varphi)}{2s \cos \varphi}, \quad (5)$$

где  $s$  – величина, характеризующая степень устойчивости пород.

Можно отметить, что в большинстве случаев величины действующих напряжений, точнее, коэффициент концентрации напряжений  $k_0$ , определялись из решения упругой задачи. Затем, введением и подбором специальных коэффициентов  $\xi$  и  $\eta$ , свойства массива пород, считавшейся идеальной упругой средой, приближались к реальным характеристикам.

При разработке критериев устойчивости пород величины действующих напряжений предлагается сопоставлять не пределом прочности пород на сжатие, а пределом их текучести  $[\sigma_{\tau}] < [\sigma_{сжс}]$ , тем самым жестко ограничивая вид возможных деформаций пород на контуре выработанного пространства. Если учитываются упругопластические свойства породы, характеризующиеся углом внутреннего трения и сцеплением, кроме упругих характеристик (модуля упругости и коэффициента Пуассона), критерий устойчивости может быть записан как:

$$k_0 \gamma H \leq k_y \xi \eta [\sigma_{сжс}] \quad (6)$$

где  $k_y = f(\varphi, \tau_0)$  – коэффициент, учитывающий повышение устойчивости пород, способных к пластическим деформациям;

$\varphi$  – угол внутреннего трения;

$\tau_0$  – сцепление пород.

Известен ряд критериев устойчивости пород, который можно называть энергетическим. К ним относятся критерии С. Кормана, А. Витека и Л.А. Шрейнера. Упомянутые критерии названы энергетическими из-за того, что в них устойчивость связывается с упругой энергией деформирования. Ими приняты соотношения между компонентами напряжения на октаэдрических площадках, на которых касательные напряжения пропорциональны упругой энергии формоизменения.

В работе [9] развит подход применительно к массивам, проявляющим реологические свойства, в частности, вязкоупругой модели. При этом рассматриваются условия устойчивости раздельно для трех видов деформирования и разрушения:

1. Если напряжения вокруг выработанного пространства не превышают пределы длительной прочности пород и разрушений нет, то имеет место упруговязкое деформирование массива. При этом вокруг выработанного пространства образуется лишь зона упруговязких деформаций и критерием для ее проявления будет:

$$\sigma_y \leq k_0 \gamma H \leq \sigma_{сжс}, \quad (7)$$

где  $\sigma_y$  – предел упругости.

2. Если напряжения вокруг выработанного пространства не превышают предела прочности пород на одноосное сжатие, но больше длительной прочности пород, то в массиве будут выделяться зоны длительного разрушения пород и упруговязкого деформирования. Критерием в этом случае будет:

$$\xi \sigma_{сжс} \leq k_0 \gamma H \leq \sigma_{сжс} . \quad (8)$$

3. Если действующие напряжения превышают предела прочности пород на одноосное сжатие, то в массиве образуется зона условно-мгновенного разрушения пород, переходящая в зону длительного разрушения. Критерием появления такого типа деформирования и разрушения будет:

$$\sigma_{сжс} \leq k_0 \gamma H . \quad (9)$$

Приведенные стадии устойчивости для трех видов деформирования и разрушения пород предшествуют потере устойчивости в породном массиве вокруг выработанного пространства. На основании перечисленных условий критериев устойчивости состояние выработанного пространства квалифицируется как устойчивое, средней устойчивости и неустойчивое.

В отличие от цитированных работ, где прочностные характеристики пород сравнивались с максимальными величинами главных напряжений, предлагается метод учета касательных напряжений, обуславливающих разрушение пород в форме среза.

При этом в качестве критерия устойчивости используется условие предельного равновесия в форме [9]:

$$\tau = \sigma \tan \varphi + \tau_0 , \quad (10)$$

где  $\sigma$ ,  $\tau$  – соответственно нормальные и касательные компоненты напряжений вокруг выработанного пространства.

Следует отметить, что самостоятельную группу критериев устойчивости представляют критерии, полученные при анализе прочности породы на контуре сечения выработанного пространства с позиций теории вероятности.

Таким образом, выбор методов расчета условных зон возможных разрушений или зон неупругих деформаций определяется на основе применяемых математических моделей, описывающих свойства массива горных пород. Наибольшее применение при этом находят упругие модели, к которым фактически сводятся устойчивость выработанного пространства и вязкоупругость массива.

#### Список литературы:

1. Каспарян Э.В. Устойчивость горных выработок в скальных породах. –Л.: Наука, 1985. – 183 с.
2. Мажидов И.У. Напряженно-деформированное состояние обделки туннеля совместно с прилегающей грунтовой средой // Горный вестник Узбекистана. – №1. – Навои, 2002. – С. 20-22.
3. Мажидов И.У. Разработка метода расчета давления грунта на обделку туннелей в высоких насыпях // Автореф. канд. техн. наук. – 22 с.
4. Булычев Н. С. Механика подземной сооружений. – М.: Недра, 1989.
5. Бронников Д. М. Проблемы разработки рудных месторождений на больших глубинах. – В кн.: Проблемы подземной эксплуатации рудных месторождений на больших глубинах. – М., 1979. – С. 9-22.
6. Геофизические исследования горных ударов / Петухов И.М., Смирнов В.А., Винокур Б.Ш. и др. – М., Недра, 1975.
7. Глушко В.Т. и др. Устойчивость горных выработок. – Киев, 2003. – 193 с.
8. Гузь А.Н. Основы теории устойчивости горных выработок. – Киев, 2007. – 244 с.
9. Бронников Д.М. Проблемы разработки рудных месторождений на больших глубинах // В кн.: Проблемы подземной эксплуатации рудных месторождений на больших глубинах. – М., 1999. – С. 9-22.

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОТКОСОВ БОРТОВ НА КАРЬЕРЕ МУРУНТАУ

Сейтбаев Ш.А., начальник геомеханического бюро рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК

Современное состояние открытых горных работ на карьере Мурунтау характеризуется весьма сложными горно-геологическими условиями разработки месторождения, связанными с наличием крупных тектонических нарушений, значительной и всевозрастающей глубиной, а также длительным временем стояния бортов карьера. В данных условиях безопасность горных работ на карьере Мурунтау обеспечивается системой геодинамического мониторинга, которая осуществляется на основе:

1. Исследования прибортового и отвального массивов инструментальными маркшейдерскими и геофизическими методами с целью выявления зон и участков развития деформаций, оценки их масштабов, возможных последствий для работы карьера и организации на наиболее опасных из них стационарных инструментальных наблюдений.

2. Районирования бортов карьера по устойчивости, основанного на отнесении участков, сходных по геологическому строению и наличию ослабляющих

Таблица 1

Перечень деформаций отвалов и бортов карьера

Место проявления деформации	Количество деформаций		
	всего, в том числе:	отработанных	имеющихся
На автомобильном отвале	8	8	-
На конвейерном отвале	1	1	-
На откосе борта карьера, из них в том числе:	44	34	10
- по северному борту	27	19	8
- по западному борту	5	4	1
- по южному борту	10	8	2
- по восточному борту	2	2	-
Итого	53	43	10

факторов, к неустойчивым, условно-неустойчивым и устойчивым зонам.

3. Прогнозирования возникновения деформаций на основе анализа данных о геологическом строении прибортового массива, полученных в результате мониторинга.

С начала разработки карьера Мурунтау за период с 1979 по 2011 гг. на бортах карьера и отвалах всего было отмечено 53 деформации (табл. 1), при этом непосредственно в чаше карьера зафиксировано 44 деформации. На сегодняшний день в процессе ведения горных работ были отработаны 34 деформации. В табл. 2 приведены характеристики по геометриче-



Рис. 1. Деформация на карьере Мурунтау: --- контур деформации

ским параметрам имеющихся деформаций (по состоянию на 01.01.2012 г.) на карьере Мурунтау.

На карьере Мурунтау зафиксированы различные типы деформаций (рис. 1), в общем количестве которых оползни составляют 18%, обрушения – 82%, при этом объемы нарушенных пород варьируют в пределах от –1,0 до 127,0 тыс. м<sup>3</sup>. В целом, ущерба деформации не приносили.

Длина всех разрушающихся деформаций по фронту, как правило, превышает в 2-5 раз высоту деформированного уступа. Анализ причин деформирования откосов бортов, поставленных в предельное положение, показывает, что характер и величины разрушающих деформаций зависят от глубины, угла наклона бортов карьера, физико-механических свойств и структурных особенностей горного массива (рис. 1).

Деформации имеют разную природу, но в наибольшей степени деформированию подвержены участки бортов, приуроченные к зонам разломов, тектонических нарушений, сложенные слоистыми углистыми и слюдястыми сланцами, выветрелыми алевролитами. Установлено, что дополнительными факторами к развитию деформаций является длительное время стояния бортов карьера в предельном положении, воздействие массовых взрывов и землетрясений. Также выявлена зависимость частоты деформаций от времени года (рис. 2).

Проблема обеспечения устойчивости откосов при разработке сложноструктурных месторождений в скальных породах глубокими карьерами включает два взаимосвязанных аспекта: оценку степени устойчивости на базе геомеханических расчетов и контроль развития деформационных процессов в прибортовом массиве.

Научно-исследовательские работы по оценке устойчивости бортов карьера ведутся с

Таблица 2

Характеристики деформаций бортов карьера

№ деформации	Горизонт		Высота откоса деформации, м	Максимальная длина деформации по фронту, м	Угол	
	вершины	основания			откоса фрагмента борта до проявления деформации	откоса стояния борта после проявления деформации
<b>Северный борт</b>						
47	+580m	+465m	115	350	38	36
33	+345m	+150m	195	340	35	34
45	+345m	+180m	165	210	35	34
43	+285m	+165m	120	130	36	35
52	+165m	+75m	90	200	42	41
46	+375m	+165m	210	120	36	35
53	+400m	+315m	85	100	39	38
<b>Западный борт</b>						
50	+450m	+195m	255	125	33	32
<b>Южный борт</b>						
39	+225m +285m +300m	+195m +255m +270m	30	185	38	38
51	+405m	+300m	105	150	26	23

1979 г. по настоящее время. В работе участвуют проектные организации Республики Узбекистан, России и Украины.

При общей протяженности бортов на карьере Мурунтау, которая измеряется десятком километров, своевременное обнаружение признаков начинающихся масштабных деформаций представляет собой весьма сложную и трудоемкую задачу. Наблюдения за состоянием прибортового массива на карьере Мурунтау осуществляются маркшейдерским инструментальным и геофизическим методами (рис. 3).

Маркшейдерские инструментальные наблюдения производятся на карьере с целью определения смещения точек массива и их скоростей, величин деформаций сдвига, границ распространения и вида нарушения откосов. Опорные наблюдения начаты до начала формирования отвалов и строительства карьера. Опорная часть состоит из трех реперов, расположенных в одном направлении на расстоянии 100-150 м друг от друга. В створе с опорными реперами заложены рабочие репера, количество которых определяется схемой измерения и условиями их сохранности в течение срока существования карьера. Наблюдения на станциях осуществляются периодически путем нивелирования реперов (геометрическое или тригонометрическое) и измерения расстояний между ними. Периодичность, прекращение и возобновление инструментальных наблюдений зависит от интенсивности ведения горных работ, объекта наблюдения, абсолютного смещения и скорости деформирования отвала или борта.

Геофизические исследования на карьере Мурунтау проводятся с использованием двух методов, которые являются вспомогательными и используются для определения структуры массива и его напряженно-деформированного со-

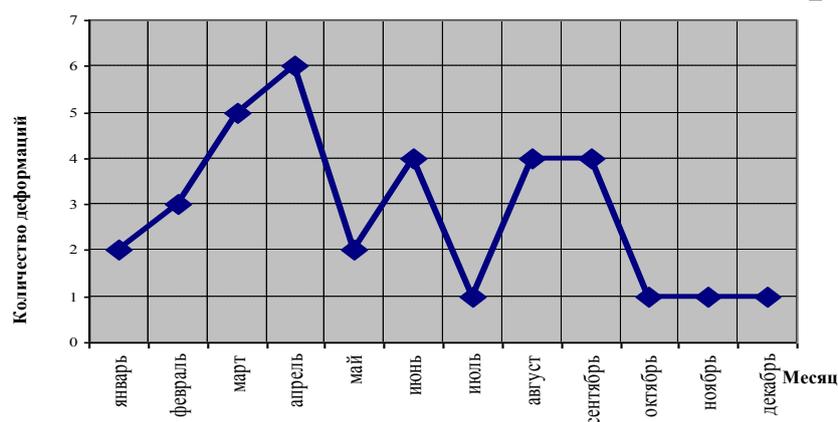


Рис. 2. График зависимости частоты деформаций от времени года

стояния: метод вертикального электроразведывания (ВЭЗ) и метод сейсмометрии.

В системе геодинамического мониторинга метод электротометрии применяют для определения структуры деформирующегося массива и положения потенциальной поверхности скольжения деформированного борта карьеров с целью прогнозирования состояния карьерных откосов и своевре-

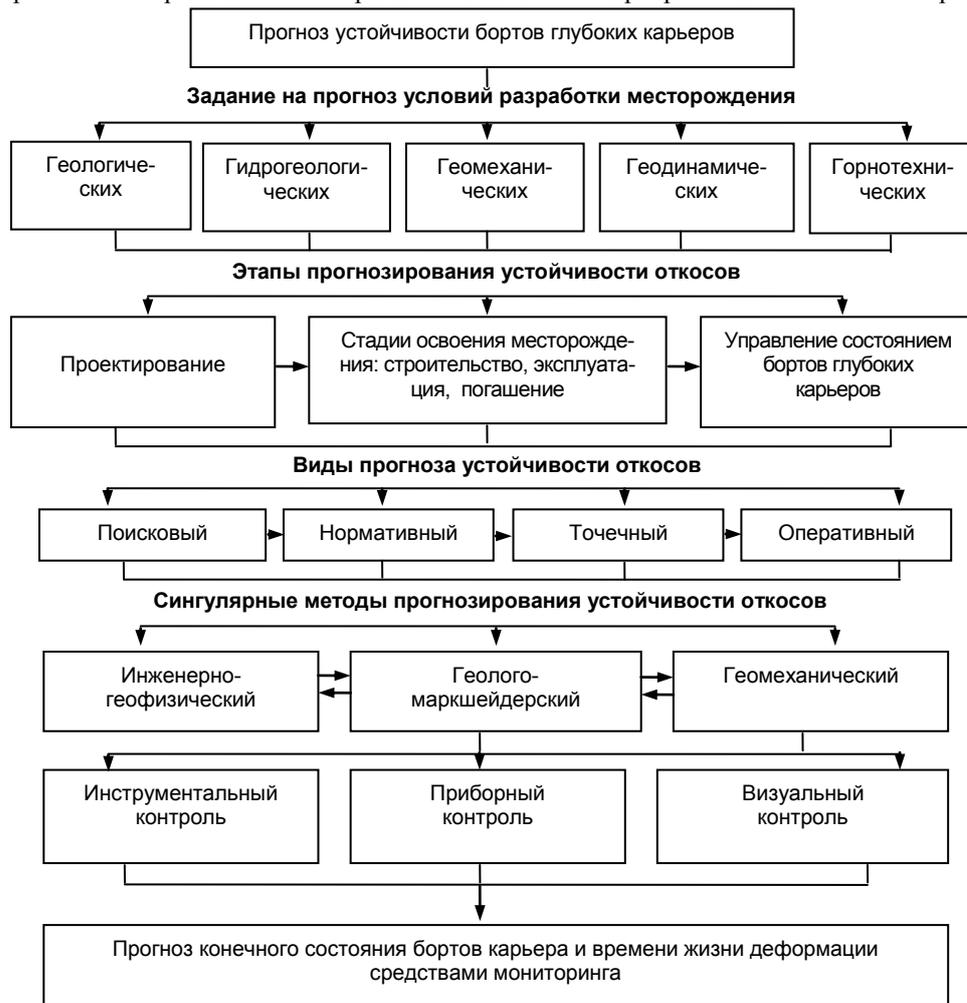


Рис. 3. Схема «Прогноз устойчивости бортов глубоких карьеров»

менного обеспечения безопасности горных работ на исследуемом участке. Геоэлектрическим признаком, позволяющим прогнозировать деформационные процессы, является увеличение электрического сопротивления пород массива в процессе развития в нем скрытых деформационных процессов. Зависимость удельного сопротивления пород от их напряженно-деформированного состояния выражается в значительном увеличении сопротивления пород, нарушенных сдвижением или взрывом по отношению к ненарушенному массиву. Для ненарушенных пород с ростом нагрузок сопротивление горных пород уменьшается, и в области концентрации максимальных напряжений отмечается его минимум.

Наблюдения методом ВЭЗ проводятся по станциям, расположенным по профилям на бермах уступов бортов карьера. Станция для производства наблюдений методом ВЭЗ на карьере Мурунтау представляет собой ряд металлических электродов длиной 0,8-1,0 м, внедренных в породный массив на глубину 0,3-0,4 м на расстояниях, необходимых для производства работ методом ВЭЗ в модификации симметричной установки. По данным электротондирования строятся графики ВЭЗ, представляющие собой зависимость кажущегося сопротивления от полуразноса питающих электродов. Путем интерпретации полученных кривых определяются удельные электрические сопротивления слоев горных пород, слагающих разрез, их мощность, глубины залегания границ раздела, то есть получают геоэлектрические модели исследуемых участков. Однако в настоящее время, учитывая очень малую экспрессность метода ВЭЗ, а также влияние промышленных помех, для получения информации о структурных изменениях наиболее целесообразно использование сейсмических методов.

Уровень сейсмической активности в зоне карьера Мурунтау контролируется в автоматическом режиме в периоды взрывов, между проведением взрывных работ и при наличии и отсутствии технологических помех. На карьере Мурунтау установлены три автономных комплекса сейсмического мониторинга (АКСМ). АКСМ базируется на современном регистраторе сейсмических колебаний (РСС) «Дельта-Геон-02», который работает в ждущем режиме и предназначен для организации систематических полевых и непрерывных стационарных сейсмологических исследований и сейсмической активности геологической среды, для проведения исследовательских и прикладных работ в геофизике и сейсмологии. РСС «Дельта-Геон-02» обладает рядом достоинств, таких как низкая потребляемая мощность, высокое разрешение и большой динамический диапазон, возможность применения в составе сейсмических сетей без дополнительных телеметрических узлов, малые габаритные размеры и вес, относительно низкая стоимость.

Управление РСС осуществляется через стандартный порт персонального компьютера. Наиболее важными для выявления блочной структуры бортов карьера являются сопоставления во времени зарегистрированных откликов бортов карьера на воздействия различной природы, амплитуды и длительности – как от действия взрывных источников, землетрясений, так и геодинамических проявлений, связанных с квазистатически реализуемым полем тектонических напряжений, приводящим к вариации спектральных составляющих сейсмического шума.

Установлены характеристические значения сейсмических событий (тресков), которые по форме, спектру и интенсивности имеют ярко выраженный характер, отличаются от региональных шумов и могут быть использованы в качестве маркирующих при наблюдении за деформациями. Выявлено, что амплитуда тресков по интенсивности сравнима с массовым взрывом, однако имеет отличный от него низкочастотный спектр с малым количеством гармонических включений.

В целом проведение регулярного контроля уровня сейсмической активности в зоне карьера Мурунтау с применением АКСМ в автоматическом режиме позволяет контролировать развитие деформационных процессов в карьере.

Для решения задач прогнозирования и предотвращения деформаций определен характер состояния массива горных пород с целью выявления прогностических признаков. При этом главным в прогнозировании деформаций на конкретном участке месторождения является слежение за изменением геомеханической ситуации в нем во времени, что позволяет достоверно оценить устойчивость откосов бортов карьера, своевременно предвидеть возможные опасные последствия для обеспечения безопасного ведения горных работ. Разработанная схема «Прогноз устойчивости бортов глубоких карьеров» (рис. 3) применяется для наблюдения и оценки состояния горного массива во времени и в пространстве. Использование схемы позволяет определить место и время жизни деформаций, используя совокупность информативных параметров и комплекс наблюдений по обеспечению прогноза.

По результатам анализа геологического строения и физико-механических свойств пород бортов карьера Мурунтау, характера обводненности породного массива, данных геодинамического районирования местоположения деформаций и условий их возникновения, выявлены протяженные участки с одинаковыми условиями устойчивости. Это дало возможность составить карту районирования бортов карьера по степени устойчивости (рис. 4).

Потенциально опасные, неустойчивые участки (1) расположены в районе Северного и Южного бортов карьера. Данные участки характеризуются неблагоприятным падением слоев пород в сторону

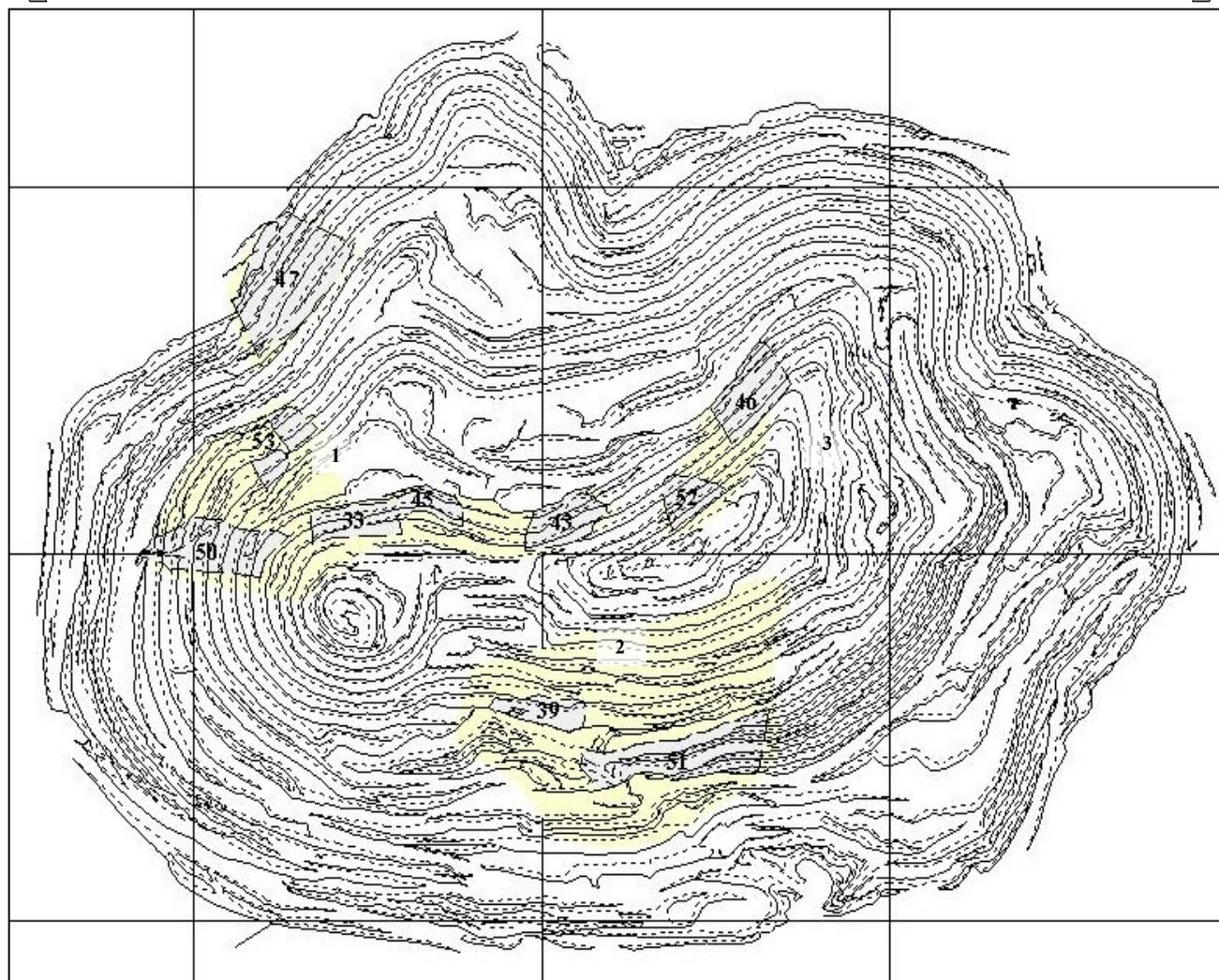


Рис. 4. Карта районирования бортов карьера по степени устойчивости

выработанного пространства, наличием разнонаправленных тектонических трещин, наличием в толще алевролитов и сланцев, прослоев углеродистослюдистых сланцев с низкими показателями сопротивления, а также статистически выделяющихся по количеству ранее происшедших деформаций. При ведении горных работ на неустойчивых участках требуется разработка мер по поддержанию необходимого уровня безопасности персонала и оборудования.

Условно неустойчивые участки (2) характеризуются меньшей степенью влияния тех же неблагоприятных факторов, что и на неустойчивых участках. На данных участках возможны осыпи и мелкие вывалы, не представляющие опасности для ведения горных работ. При отработке могут потребоваться дополнительные меры безопасности.

Устойчивые участки (3) характеризуются благоприятным залеганием слоев пород, отсутствием зон трещиноватости, генетически связанных с тектоническими разломами, геометрическими параметрами бортов со значительным коэффициентом устойчиво-

сти и статистически минимальной вероятностью развития деформаций. При ведении горных работ на данных участках не требуются дополнительные меры безопасности.

Конечной целью исследований является получение научно-обоснованной информации, позволяющей прогнозировать развитие деформационных процессов, и на основании полученных данных разрабатывать мероприятия по предотвращению опасных деформаций или уменьшению их отрицательного влияния на режим работы карьера для обеспечения максимальной технико-экономической эффективности и безопасности горных работ.

Таким образом, реализованная на карьере система геодинамического мониторинга в процессе ведения горных работ позволяет еще на стадии планирования горных работ составить надежный прогноз устойчивости бортов, установить места возможных деформаций и принять меры по их предотвращению, тем самым обеспечивая высокую безопасность горных работ в условиях непрерывно действующего производства.

## ВЫБОР ТИПА И КОНСТРУКЦИИ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ В ПРИЗАБОЙНОЙ ЧАСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН

**Салимов Р.С.**, ст. преподаватель кафедры «Техника и технология добычи, переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГИ; **Худайбердиев О.М.**, ассистент кафедры «Техника и технология добычи, переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГИ; **Аликулов Ш.Ш.**, аспирант РГГУ

Известно, что скорость протекания раствора через фильтр по его длине является величиной переменной. Наблюдения за работой технологических скважин (как откачных и закачных) показали, что в большинстве случаев в нижней части фильтров имеет место снижения водных скоростей. Особенно это заметно в скважине, где фильтр имеет значительную длину, а производительность их не превышает  $0,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ . В результате частицы породы скапливаются в нижней части фильтра, и она оказывается запескована. Скорость же движения раствора по стволу скважины бывает не достаточным для выноса скопившегося песка на поверхность.

По мере накапливания песка часть фильтра со временем полностью закрывается и в работе не участвует. Неравномерная работа фильтра сказывается на отработке продуктивного пласта и затрудняется извлечение полезного компонента из нижней части рудных залежей.

Для стабилизации входной скорости растворов по длине фильтра и повышения эффективности работы откачных скважин применяются фильтры с переменной скважинностью. Проведенные исследования показали, что открытость фильтров с переменной скважинностью увеличились до 0,5%. При этом скважинность фильтров по длине изменилась от 2 до 10%.

Изменить скважинность в дисковых фильтрах трудно не представляет, для этого число отверстий по длине фильтра увеличивается. Для изменения скважинности дисковых фильтров в их концентрации предусмотрены кроме основных придаточных дисков, отличающихся от основных высотой диска.

При сборке секций фильтров с изменением количества проставочных дисков между основными меняется число щелей на единицу длины фильтра и соответственно его скважинность [1]. Для гидрогенных месторождений целесообразно применение фильтров с числом проставочных дисков между основными 1,2 и 3.

Выбор и конструкция призабойной части технологических скважин зависит от многих факторов, среди которых учитывается срок действия скважин их назначение, схемы разработки месторождения, среда, в которой находится скважина, экономические и другие показатели.

Улучшение технико-экономических показателей раствороприемной части скважин, обеспечение их высокопроизводительной эксплуатации в течение всего периода отработки месторождения являются важнейшими задачами проектирования добычного комплекса подземного выщелачивания.

Материал фильтров должен быть устойчив при контакте в длительное время выщелачивающими и продуктивными растворами, к кратковременному воздействию различных солей и кислот к электромеханической коррозии и влиянию различных газов. Механическая прочность фильтров должна удовлетворять условиям работы скважин в различных горно-геологических условиях [2].

Практика эксплуатации месторождений способом ПВ показала, что для изготовления различных конструкций фильтров наиболее перспективным материалом является полиэтилен высокого и низкого давления и ударопрочный полистирол.

Диски для фильтров изготавливают из гранулированного полиэтилена или полистирола на пресс – формах. Подготовка каркаса фильтров (сверление отверстий), посадка колец и изготовление соединений осуществляются на полуавтоматических станках. Для оценки совершенства различных типов фильтров используются следующие показатели.

Коэффициент расхода фильтра для системы затопленных отверстий может быть получен в лабораторных условиях.

Показатель сопротивления фильтров с учетом контактных потерь напора  $E$  характеризует характерное сообщение фильтра и профильтрованной зоны и может быть найден графоаналитическим методом при наличии ряда наблюдательных скважин. Показатель сопротивления фильтра без учета контактных потерь отражает сопротивление собственно тело фильтра и определяется уравнением:

$$\varepsilon = \left( \frac{\kappa}{\kappa_n} - 1 \right) \ln \frac{r_n}{r_c}, \quad (1)$$

где  $\kappa_n$  – коэффициент фильтрации во фрагменте «привязной пьезометр-фильтр»;

$\kappa$  – коэффициент фильтрации пласта;

$r_n$  – расстояние от оси скважины до привязного пьезометра;

$r_c$  – внутренний радиус фильтра.

Параметр  $\mu\eta$  (произведение коэффициента раствора фильтра на скважинность) характеризует конструкцию водоприемной части скважины и эффект наблюдения частиц породы на отверстия. Параметр  $\mu\eta$  может быть получен прямым путем в лабораторных условиях или по результатам расходомера в натуральных условиях. По Э.А. Трикеевичу параметр оценивается результатом как:

$$\mu\eta = \frac{\text{arch}[v/(2v_c)]}{283L/D}, \quad (2)$$

где  $v$  – средняя скорость потока внутри фильтра в конечном(верхнем) его сечении;

$v_c$  – средняя скорость потока внутри фильтра в сечении  $l=0,5L$ ;

$L$  – длина рабочей части фильтра;

$D$  – внутренний диаметр фильтра.

Расчетное значение оптимальной скваженности для реальных условий контакта фильтра с породой может быть найдено по результатам расходомерии и определяется выражением:

$$\eta_{\text{опт}} = \frac{0,0053D}{(\mu L)}. \quad (3)$$

За максимальную скорость фильтрации с учетом неравномерности распределения данного притока по длине фильтра может быть принята средняя входная скорость в конечном сечении фильтра  $U_L$ , определяемая выражением:

$$U_L = 18 \frac{Q\mu}{D^2} \text{cth} \frac{\mu\eta}{D} L. \quad (4)$$

Определенные трудности возникают при оценке суффозного выноса для различных конструкций фильтров. В целом суффозионный вынос должен регламентироваться критическими значениями входных скоростей, которые, в свою очередь, определяются гидродинамическими процессами, протекающими в скважине, степенью неравномерности распространения бокового притока по длине фильтра, геометрическим соотношением входного отверстия и частиц водосодержащих пород, а также условиями естественного водообразования.

На основании лабораторных и полигонных исследований гидравлических параметров конструкций сделаны практические выводы.

**Дисковый фильтр.** В целом на экспериментальных участках дисковый фильтр дает устойчивые положительные результаты и характеристики его близки к серийным образцам. Расходование характеристики при откачке на «чистых моделях» выше, чем при закачке. В реальных условиях контакта с породой расходные характеристики фильтра при откачке существенно снижаются. При этом наблюдается зависимость гидравлических потерь от скважинности, расчетное значение оптимальной скважинности при контакте с породой существенно выше исходной ее величины.

Конструкция не способствует формированию естественного фильтра с высокой проницаемостью, контактные гидравлические потери весьма существенны. При установке фильтра в рыхлых мелкозернистых песках следует применять и геометрический критерий условий суффозии при  $\delta=0,001$  м. В мелкозернистых рыхлых песках их конструкция не может обеспечивать устойчивую работу скважины. В этих условиях щелевой зазор не должен превышать 0,0006 м.

Поскольку гидравлические потери на конструкцию растут с уменьшением скважинности, следует добиваться максимального значения этого параметра.

**Антикоррозионный фильтр.** Результатами АКФ устанавливается снижение коэффициента при закачке и рост гидравлических потерь на контакте каркаса с фильтрующей обмоткой за счет изменения условий сжатия струй этой зоны.

Тело фильтра характеризуется высокой проницаемостью, и сопротивление конструкции при установке в скважине обусловлено контактными потерями. Необходимо регламентировать щелевой зазор в соответствии с гранулометрическим составом пород, как для других каркасно-проволочных конструкций. Отклонение от этих требований вызывает непрерывный вынос песка или возрастание гидравлических характеристик за счет эффекта наложения частиц породы на отверстия. Фильтры в экспериментальных и промышленных условиях свидетельствуют о реальной возможности применения его на объектах ПВ. В мелкозернистых рыхлых песках без гравийной отсыпки можно устанавливать АКФ с размером входной щели не более  $(0,4/0,5) \cdot 10^{-3}$  м. Дальнейшее совершенствование конструкции должно быть направлено на замену изолированного провода, применяемого для обмотки, более надежным для агрессивных условий материалов. С решением этой проблемы фильтр может оказаться одной из наиболее эффективных конструкций для оборудования откачных и нагнетательных скважин на объектах ПВ [3].

Исследования каркасно-дискового фильтра (КДФ) и результаты опытного внедрения в различных гидравлических и промышленных условиях позволяют сделать вывод о возможности широкого применения фильтра. Полиэтиленовые материалы обеспечивают надежность работы фильтра в химических средах. Фильтр обеспечивает устойчивые положительные результаты, конструкция способствует формированию естественного фильтра с высокой проницаемостью, чем и объясняются незначительные контактные потери напора. Расчетное значение оптимальной скважинности фильтра на опытных участках соответствует исходному значению этого параметра, в связи с чем конструкция практически полностью реализует гидравлические возможности в сравнении с «чистым фильтром».

#### Список литературы:

1. В.Ж. Аренс «Физико-химическая геотехнология» 1998 г. МГУ
2. Е.А. Толстов, Д.Е. Толстов «Физико-химические технологии освоения месторождений урана и золота в Кызылкумском регионе» М.2002 г. «Геоинформцентр».
3. О.Л. Кедровский и др. «Комплексы подземного выщелачивания» М. «Недра», 1992 г.

# МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ЗУБЬЕВ КОВША ЭКСКАВАТОРА

Рузибаев А.Н., ассистент кафедры «Горная электромеханика» горного факультета НГГИ

Многолетний опыт эксплуатации одноковшовых карьерных экскаваторов серии ЭКГ показал, что зубья ковшей являются одним из наиболее быстроизнашивающихся деталей рабочего оборудования этих машин. Согласно имеющимся данным, минимальный ресурс зубьев ковшей карьерных экскаваторов, эксплуатирующихся в карьере Мурунтау, составляет  $5 \div 6$  d, а максимальный  $10 \div 12$  d. Низкий ресурс зубьев обусловлен высокой абразивностью разрабатываемых пород, трудностью их разработки и большими рабочими нагрузками, действующими на зубья в процессе набора горной породы.

Основная нагрузка приходится на режущую часть экскаватора, т.е. зубья. Их быстрый износ приводит к нарушению нормального режима работы зубьев, резкому увеличению сопротивления копания и энергоёмкости разработки горных пород. Кроме того, при изнашивании режущей, а также и хвостовой части зубьев безвозвратно теряется большое количество дорогостоящей высококачественной литейной стали 110Г13Л. Так, при предельно допустимом линейном износе режущей части, равном  $170 \div 180$  mm, общая потеря массы зуба составляет  $18 \div 20\%$  [1].

Нами предлагается вместо наплавленных валиков в литье зубьев карьерных экскаваторов сделать вставки типа трёхгранного клина, наиболее простой по технике исполнения способов, обеспечивающий наименьшее сопротивление врезанию зуба в породу.

Изучая закономерности перемещения горных пород (абразивных частиц), можно подобрать размеры, форму и геометрические параметры зубьев экскаваторов в данных условиях эксплуатации с наибольшей долговечностью. Однако не экспериментальных данных, ни стройной теории перемещения нефиксированных горных пород в активной зоне режущего органа зуба не исследовано [2, 3].

Горные породы (абразивные частицы), находясь в контакте, совершают смешанное движение, заключающееся из скольжения, качения и вращения. Такой характер движения зависит от непрерывно меняющихся сил как по величине, так и по направлению, физико-механических свойств абразива, чистоты поверхности изнашиваемой детали и ряда других факторов. На рабочих органах экскаваторов не всегда удается изучить комплексное влияние перечисленных факторов на скорость и характер относительного перемещения абразивных частиц в активной зоне.

Зубья формы трёхгранного клина активно внедряются в породу, как бы вкалываются в неё с большим удельным давлением, но с наименьшим сопротивлением и по мере дальнейшего перемещения разруша-

ют породу путём непрерывного выкалывания режущей кромки. Передние три грана, задние и боковые грани, смещают частицы породы над и под зуб, либо вытесняют их из зоны действия зубьев, либо вдавливают их в менее плотные слои разрабатываемой породы. Вертикально расположенный третий гран, в процессе разрушения породы, выполняет роль рассекателя породы, а также изменения траектории движения абразивных пород и способствует устойчивости хода зуба с ковшом.

Эксплуатационным испытаниям отводится ведущая роль, поскольку их результаты имеют высокую степень достоверности и силу прямого доказательства преимуществ того или иного конструктивно-технологического варианта рабочих органов. Методикой промышленных испытаний предусматривается два вида испытания:

1. В условиях работы наконечников зубьев экскаваторов.

2. В условиях работы зубьев ковшей экскаваторов.

Первые испытания включают:

-определение и сопоставление конструкционной износостойкости клиновидных зубьев;

-определение и сопоставление конструкционной износостойкости зубьев.

Целью данных испытаний является установление рационального с точки зрения износостойкости конструктивно-технологического исполнения зубьев ковшей.

Промышленные испытания в условиях зубьев ковшей экскаваторов включали;

-определение относительной опытной и стандартной формы зуба;

-установление возможности замены дефицитного высокомарганцовистого основного металла термически обработанной среднеуглеродистой сталью.

**Испытание зубьев в условиях работы наконечников зубьев при копании тяжёлых пород на карьерах НГМК.** Износ зуба «Трёхгранным клином» оценивали по гипсовым слепкам в поперечных сечениях удаленных от режущей кромки. Набор контрольных слепков обрабатывался по методике. Кинетику износа определяли по формоизменению поперечного сечения. Относительную конструкционную износостойкость определяли как отношение абсолютных линейных износов клиновидного  $i_{кл}$  и трёхгранного клина  $i_{кл}^3$  зубьев по нормали передней и задней граням (индексы «ПГ» и «ЗГ»):

$$E_{ПГ} = \frac{(i_{кл})_{ПГ}}{(i_{кл}^3)_{ПГ}};$$

$$E_{3Г} = \frac{(i_{кл})3Г}{(i_{кл}^3)3Г}$$

Износ зубьев измеряется по их укорочению ( $\Delta l$ ) относительно неизменной базы методом микрометрирования, с погрешностью  $\pm 0,1$  мм.

При испытаниях на экскаваторах ЭКГ регистрировали машинное время работы ( $T$ ) и затем вычисляется скорость изнашивания зуба:

$$V = \frac{\Delta l}{T}, \text{ mm/d.}$$

При испытаниях на экскаваторах серии ЭКГ контролировался объём разработанной породы ( $W$ ) и вычислялся темп изнашивания:

$$\tau_T = \frac{\Delta l}{W}, \text{ mm/m}^3.$$

Относительная конструкционная износостойкость зубьев вычисляется как отношение скоростей или темпов изнашивания серийных и опытных зубьев:

$$E_V = \frac{V_C}{V_O}; \quad E_T = \frac{\tau_C}{\tau_O}$$

Затупление режущего элемента значительно влияет на силы резания и нагруженность металлоконструкций, узлов и деталей рабочего оборудования машин. Известно, что изменение геометрических параметров режущего элемента в процессе изнашивания сказывается на снижении производительности экскаваторов и повышении себестоимости разработки породы. Однако до сих пор не установлены предельные размеры затупления режущего элемента, превышение которых снижает эффективность экскаваторов.

В формировании себестоимости выемочно-погрузочных работ по фактору изношенности режущего элемента участвуют два вида конкурирующих затрат:

- увеличение удельных приведенных затрат вследствие снижения производительности экскаваторов, работающих длительное время с изношенными режущими элементами;

- снижение удельных приведенных затрат за счёт экономии средств на режущий инструмент при увеличении времени его использования с повышенными размерами затупления.

Эта задача решается путём определения предельного размера затупления по графикам зависимости себестоимости разработки породы от затупления  $S$ . Данными для их построения является себестоимость разработки одного кубического метра породы при различных размерах затупления  $S$  режущего элемента.

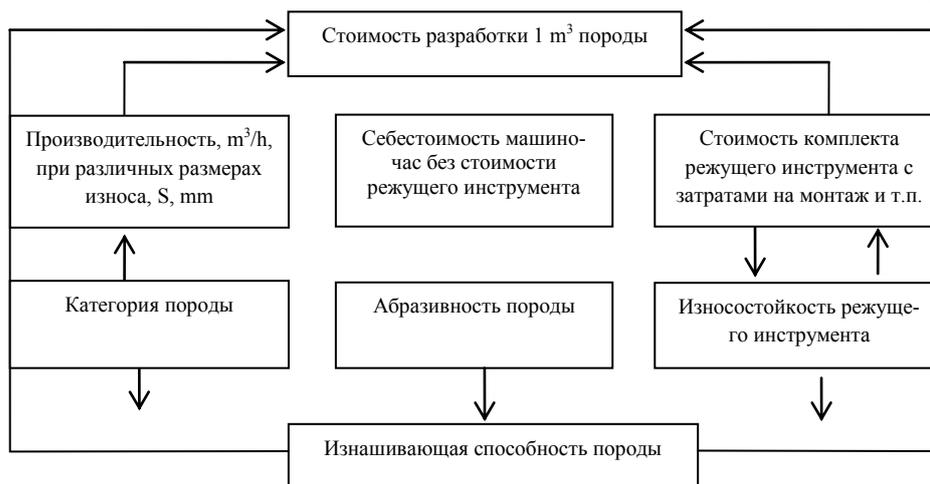


Рис. 1. Последовательность расчёта себестоимости разработки горной породы с учётом затупления режущего элемента

Последовательность расчётов по определению себестоимости разработки породы представлена на рис. 1.

Себестоимость разработки единицы объёма породы определяется по формуле:

$$C = \frac{C_{\text{маш-ч}} - \frac{C_{\text{р.и}}}{T}}{\Pi} + \frac{C_{\text{р.и}}}{V_n}, \text{ сум/m}^3$$

где  $C_{\text{маш-ч}}$  – себестоимость машино-часа при заданных условиях работы;

$C_{\text{р.и}}$  – стоимость комплекта режущего элемента с затратами на доставку, монтаж, демонтаж, простой машины во время его замены и ремонта, заработную плату рабочим и машинистам во время простоев, сум.;

$\Pi$  – производительность машины при определенном размере затупления  $S$ ,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$V_n$  – объём разработанной породы до достижения принятого размера затупления (зависит от изнашивающей способности породы),  $\text{m}^3$ ;

$T$  – срок работы режущего элемента (из существующих норм), h.

Расчёт  $C$  производится обычными методами, изложенными в литературе и инструкциях по расчёту стоимости и других показателей с учётом конкретной породы при эксплуатации. Расчёт  $C_{\text{р.и}}$  производится калькулированием затрат.

Расчёт экономической эффективности от внедрения методики производится по формуле:

$$\mathcal{E} = V_T [(C_1 - C_2) - E_H (K_2 - K_1)],$$

где  $\mathcal{E}$  – годовой экономический эффект;

$V_T$  – годовой объём работы,  $\text{m}^3/\text{год}$ ;

$C_1$  – себестоимость единицы работ базовой технологии;

$C_2$  – себестоимость единицы работ разработанной технологии;

$E_H$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$K_1$  – капитальные затраты базовой технологии;

$K_2$  – капитальные затраты разработанной технологии.

Вывод: Ожидаемый эффект от проводимых испытаний зубьев экскаватора в виде трёхгранного клина по предварительным расчётам может увели-

чить износостойкость зубьев в 1,2÷1,5 раза за счёт уменьшения сопротивляемости режущего органа копанью на 20÷30%.

**Список литературы:**

1. Разработка методов повышения долговечности зубьев экскаваторов в НГМК: Отчет НИР/ТАДИ, х/д 943/97. № Ташкент: 1998., с.46.
2. Крылов Э.С., Боголюбов М.В. "Повышение долговечности режущих элементов карьерных экскаваторов непрерывного действия". - ЦНИИИНФОРМТЯЖМАШ, 1975, с.34
3. Баловнев В.И. Выбор и определение параметров одноковшовых экскаваторов: Учебное пособие / МАДИ (ГТУ). – Москва, 2006 – 63с.

УДК 622.7.73

© Сайдахмедов А.Ш. 2012 г.

## РАСЧЁТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ РЕМОНТА МЕЛЬНИЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Сайдахмедов А.Ш., доцент Зарафшанского ОТФ НГГИ, канд. техн. наук

Работу мельниц цеха измельчения можно считать в установившемся режиме, поэтому здесь целесообразно использовать стандартную систему ремонта, которая предусматривает периодическое обновление машин путём единовременной смены части деталей и сборочных единиц. Для каждого вида ремонта заранее установлен объем работ и перечень сменяемых деталей и единиц, независимо от их состояний. Виды и периодичность ремонтов определяются ресурсами деталей и сборочных единиц, а так же условиями эксплуатации. ГОСТ 18322-78 предусматривает два вида плановых ремонтов - текущий и капитальный.

Структура ремонтного цикла мельницы определена наименьшим сроком службы сменных элементов футеровки барабана.

По нормам амортизационных отчислений Республики Узбекистан срок службы мельницы составляет 6,5 лет (норма 15%). Исходя из чего, ремонтный цикл будет равен 3,25 года или структура ремонтного цикла будет имеет следующей вид (рис. 1):

$$K-T_1-T_2-T_3-T_2-T_1-K.$$

Периодичность ремонтов равна наработке футеровки (№5-3800 час), исходя из чего между ремонтный период - 6 мес, при:

- T<sub>1</sub>-замена футеровки № 6, 5 ;
- T<sub>2</sub>- замена футеровки № 6, 5, 2, Р, в/ш № 3;
- T<sub>3</sub> - замена футеровки № 6, 5 № 1, Р, бут р/см;
- T<sub>2</sub>- замена футеровки № 6, 5, 2, Р, в/ш № 3;
- T<sub>1</sub>- замена футеровки № 6, 5;
- К- замена футеровки № 5, 6, 2, Р, № 3, 4, Э, № 1, в/ш, венец загр-р втулка, шабровка, бут, р.с.

В структуру ремонтных циклов технические обслуживания не включаются, но их продолжительность учитывается при составлении годового графика ремонтов - 60 часов в месяц на каждую мельницу.

Основанием для составления годового графика ремонта являются:

- наработка машин в час на данный период;
- данные о состоянии оборудования;
- накопленные недостатки в процессе эксплуатации и технических обслуживаний;
- нормативы периодичности и продолжительности ремонтов;
- перспективный график капитальных ремонтов.

Годовой график ремонта увязывается с планом по переработке руды заводом, с планами по модернизации и реконструкции обогатительного оборудования.

Исходя из плановых объемов переработки руды и среднечасовую производительность фабрики, график определяют коэффициент использования оборудования (КИО):

$$K_u = \frac{T_{раб}}{T_k} = \frac{T_n - T_{рем}}{T_k} = 0,8.$$

Годовой график ремонта утверждается руководством предприятия, и является обязательным для исполнителей.

Месячные графики ППР составляются на основе годового графика с уточнением даты ремонтов и их продолжительности.

Количество ремонтов в течение года определяется по формуле (в год):

Таблица 1

Продолжительность операций ремонта

Ремонтные работы	Демонтаж, см	Монтаж, см	Всего
Футеровка №1	1	1,5	2,5
Футеровка №2	2	2	4
Футеровка №3, 4	2	3	5
Футеровка №5	2	2	4
Элеватор	2	2	4
Решетка	2	2	4
Сектор разгрузки	1	2	3
Барабан и футеровка №6	1,5	1	2,5
Замена в/ш	1	1	2
Замена венца	2	3	5
Центровка привода	1	1	2
Замена воронки	4	6	10
Замена втулки	2	3	5
Замена буторн	1	1	2
Шабровка подшипников (с заменой)	4	5	9
Ремонт корпуса барабана	1	2	3
Наладка ТВУ	1	1	2

$$N = \frac{T_k \cdot Z \cdot K}{T_u + t_{T.O} \cdot n} = \frac{8760 \cdot 23 \cdot 0,88}{3800 + 30 \cdot 12} = 42,5,$$

где  $T_k$ - календарный годовой фонд времени;  
 $Z$ - количество мельничных блоков;  
 $K$  - поправочный коэффициент, учитывающий технологические условия;  
 $t_{T.O}$  - продолжительность технического обслуживания;  
 $n$  - количество технического обслуживания в междуремонтный период.

Чтобы охватить такое количество ремонтов необходимо иметь 3 участка, каждый участок выполняет по 14 ремонтов в год или 26 d ремонт одного блока, включая остановку, подготовку на ремонт, наладочные работы и обкатку под нагрузкой в течение 72 h

(3 d). Продолжительность каждого вида ремонта рассчитывается, исходя из норм трудоемкости ремонтных работ:

$$t_{рем} = \frac{T}{A \cdot t_{см} \cdot n \cdot k},$$

где  $T$ - трудоемкость в ч/h;  
 $A$  - число ремонтов в одну смену;  
 $t_{см}$  - продолжительность смены;  
 $n$  - число смены;  
 $k$  - коэффициент выполнения норм.

Наименьшую продолжительность имеет текущий ремонт  $T_1$ , он складывается из времени подготовки - 2, гидромеханических испытаний - 1 d, чистого времени ремонта, которое, исходя из норм трудоемкости составляет 3 d. Итого продолжительность ремонта  $T_1$  составляет (d):

$$T_1 = t_n + t_u + t_p + t_o = 2+1+3+3 = 9$$

Наибольшим по продолжительности является капитальный ремонт. Исходя из норм трудоемкости, продолжительность операций сведена в табл. 1 и для простоты подсчета выражена в схемах. Кроме того, обкатка занимает 3 d и подготовка к работе тоже 3 d. Итого: весь период ремонтных работ составляет 68 смен, или 29 d.

Продолжительность операций рассчитана для параллельного выполнения работ и служит определением продолжительности критического пути структурного графика ремонта конкретного блока. К примеру: норма времени по ЕН и  $P_y$  на демонтаж брони № 5 с выгрузкой из барабана составляет - 1 ч/h. Количество

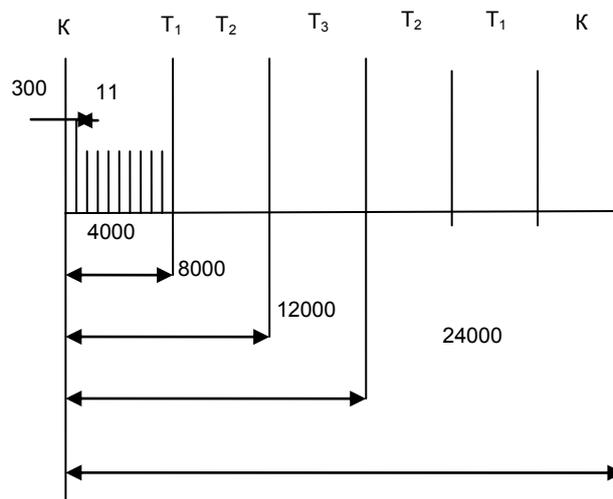


Рис. 1. Структура ремонтного цикла

футеровок - 80, состав звена - 5 чел.

Определяем время (смена):

$$t_g = \frac{n \cdot H}{Z \cdot T} = \frac{80 \cdot 1}{5 \cdot 8} = 2$$

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ БОЛЬШЕГРУЗНОГО АВТОТРАНСПОРТА И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ

**Бредихин А.А.**, начальник УАТ Центрального рудоуправления НГМК; **Аблаев И.Ш.**, главный инженер УАТ Центрального рудоуправления НГМК; **Нигматулин Д.А.**, начальник технического отдела УАТ Центрального рудоуправления НГМК

Основной задачей Управления автотранспорта (УАТ) Центрального рудоуправления Навоийского ГМК в производственном процессе на открытых горных работах является бесперебойная перевозка горной массы в намеченных объемах. В настоящее время УАТ является крупнейшим автотранспортным подразделением комбината. Для выполнения производственных задач в УАТ созданы необходимые структурные службы, цеха и отделения, оснащенные современным оборудованием, с круглосуточным режимом работы. Технологический парк подвижного состава УАТ составляют карьерные самосвалы фирм-производителей от «Катерпиллар», «Юклид» и ОАО «БелАЗ» грузоподъемностью от 90 т до 180 т, дорожно-строительные машины фирм Катерпиллар, Комatsu и колесные бульдозеры К-702 «Кировец», а также вспомогательный парк в основном из различных моделей БелАЗ.

Более 40-летнюю историю развития УАТ можно разделить на 5 этапов:

1-й этап – становление УАТ (ранее автобазы № 6) как самостоятельного подразделения в структуре Центрального рудоуправления (1967-1970 гг.);

2-й этап – интенсивное увеличение парка карьерных самосвалов БелАЗ и объемов перевозок (1970-1978 гг.);

3-й этап - перевод парка УАТ на самосвалы БелАЗ большей грузоподъемности (с 40 т на 75,110 и 120 т) с коренной реконструкцией производственной базы (1978-1991 гг.);

4-й этап – перевод парка УАТ на более экономичные и с большей грузоподъемностью самосвалы ф. «Катерпиллар» (136-180 т) и «Юклид» (170 т) с усовершенствованием производственной базы и технологий обслуживания и ремонтов (1992-2005 гг.);

5-й этап – обновление (тех. перевооружение) парка УАТ, взамен отработавших свой ресурс самосвалов ф. «Катерпиллар» (136 т) и «Юклид» (170 т) современными, с улучшенной электротрансмиссией карьерных самосвалов БелАЗ-7513 (с 2007 г.)

**По первому этапу** - становление УАТ неуклонно связано с развитием карьера Мурунтау и отправной датой считается 1967 г., ознаменовавший себя образованием автобазы № 6 в структуре НГМК с передачей из других подразделений комбината автосамосвалов КрАЗ-256 и приобретением новых автосамосвалов БелАЗ-540. В то время автосамосвал БелАЗ-540 являлся одной из самых удачных моделей по удель-

ной мощности, маневренности, простоте и надежности.

**По второму этапу** – в связи с намеченным значительным развитием и расширением карьера Мурунтау в 1972 г. начали поступать автосамосвалы БелАЗ-548 грузоподъемностью 40 т. Перевооружение технологического парка шло достаточно интенсивно (в среднем 40-60 машин в год) и к концу 1978 г. количество автосамосвалов достигло 410 ед. В 1978 г. на основе автобазы № 6 созданы два авторемонтных цеха, а бывшая автобаза получила статус Управления автотранспорта.

Годы освоения и массовой эксплуатации автосамосвалов БелАЗ-548 дали мощный импульс развитию технической службы УАТ. Введены в эксплуатацию новые корпуса производственных помещений по ремонту и обслуживанию подвижного состава УАТ. Также в 1981 г. пущен механизированный склад запасных частей, в 1985 г. выданы первые результаты лабораторией горюче-смазочных материалов, в 1987 г. построен и запущен новый шиномонтажный участок на борту карьера Мурунтау со складом автошин.

**По третьему этапу.** С 1979 по 1981 гг. проведены испытания автосамосвалов БелАЗ-549. Они являлись первыми отечественными автосамосвалами нового поколения, оснащенные электромеханической трансмиссией. Начался новый этап развития технологического транспорта, и к концу 1982 г. их количество достигло 35 единиц. Применение этих самосвалов большой грузоподъемности позволило сократить численность водителей в 2,8 раза, снизить напряженность на дорогах в карьере, в пунктах погрузки-разгрузки.

Учитывая положительные результаты применения большегрузных самосвалов, было принято решение о переходе на 110-тонные автосамосвалы БелАЗ-7519. И уже в 1987 г. освоено 19 машин этой модели, а к 1991 г. их количество достигло 124 единицы. В 1992 г. вводится в эксплуатацию еще 15 БелАЗов - 75124 с двигателем ф. «Камминз», которые в дальнейшем показали свою высокую надежность.

**По четвертому этапу.** Наряду с постоянным увеличением объемов перевозок увеличивается и глубина карьера Мурунтау, которая к началу 90-х годов перешагнула отметку 400 м. Современные условия производства начали диктовать повышенные требования к подвижному составу технологического транспорта в карьере Мурунтау. Руководством НГМК бы-

ло принято решение о переходе на более надежные, производительные и комфортабельные импортные машины. В 1992 г. на базе УАТ проводятся испытания автосамосвала CAT-785В фирмы CATERPILLAR грузоподъемностью 136 t. В 1993-1994 гг. вводятся в эксплуатацию 20 автосамосвалов EUCLID R-170 грузоподъемностью 170 t, а в 1994-1997 гг. - 58 автосамосвалов CAT-785В. Фактически в 90-х гг. произошла полная замена автосамосвалов на более совершенные по всем технико-эксплуатационным показателям в условиях карьера Мурунтау.

Также в 90-х гг. введены в эксплуатацию дорожно-строительные, погрузочные и специальные машины фирм CATERPILLAR, KOMATSU и VOLVO, такие как: фронтальные погрузчики CAT-994, CAT-992С, CAT-992D, CAT-992G, WA-500-3; гусеничные бульдозеры CAT D10N, CAT D10R, D-375A-3; а/грейдеры CAT 16G, CAT 16H, CD825A-2; виброкатки CAT CS-583С и BW219-D2; универсальные автопогрузчики Volvo L-90, L-150, L-180; манипуляторы FD-150-5.

Наряду с этим, эксплуатация и поддержание в исправном состоянии новых моделей автосамосвалов, дорожно-строительных машин (ДСМ) и специальных машин потребовало от всех служб УАТ коренного перевооружения согласно высоким требованиям их эксплуатации, обслуживания и ремонта. Особенно это коснулось технической службы. Потребовалась коренная реконструкция производственных мощностей Цеха ремонта технологического транспорта (ЦРТТ) по техническому перевооружению под новые модели технологического транспорта. На базе УАТ образованы постоянные представительства от фирм Caterpillar и Komatsu. С момента поступления новой техники и по настоящее время производится постоянное внедрение и совершенствование техно-

логического обслуживания и ремонта подвижного состава. Произведена реконструкция существующего оборудования, а также установлено и запущено в производство новое высокопроизводительное оборудование по обслуживанию и ремонту импортной техники, такие как стенд для испытания и обкатки двигателей разных производителей; шиноремонтное отделение с оборудованием для ремонта крупногабаритных шин ф. TIP-TOP Stahlgruber; новое отделение для мойки двигателей и агрегатов с моечным оборудованием и подогревом воды ф. Caterpillar; трак-пресс по ремонту гусеничных лент тяжелых бульдозеров ф. Caterpillar; обкаточный стенд агрегатов гидросистем и КПП ф. Caterpillar; наплавочно-расточная установка Claimex для восстановления всех отверстий кронштейнов крепления агрегатов ходовой части, систем управления и всех посадочных мест подшипников ходовой части ф. Vortex; стенды по ремонту и испытанию гидроцилиндров ф. Caterpillar; сварочное оборудование ф. Lincoln для качественного ремонта всех видов рам; стенд для ремонта и испытания гидравлических рукавов высокого давления ф. Caterpillar; установка для фильтрации гидравлических и трансмиссионных масел и их закачки в системы ф. Caterpillar; наплавочный стенд для всевозможных пальцев и шкворней ф. Matson; компрессорные установки ф. Ingerson с номинальной производительностью, позволяющей накачку крупногабаритных шин до требуемого давления; установка «Циклон» для продувки воздушных фильтров; консольные краны и кран-штабелеры импортного производства и др.

В связи с высокими требованиями к эксплуатационным материалам поступившей импортной техники, проведена полная реконструкция лаборатории ГСМ УАТ и запущены в производство новое оборудование

**Таблица 1**

**Основные технико-эксплуатационные показатели УАТ**

Показатели работы	Ед. изм.	Годы эксплуатации							
		1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Среднесписочное количество автомобилей		197,7	357,9	180,8	137,1	81,8	80,2	90,3	105,0
Белаз-540		96,9							
Белаз-548		100,8	357,9	49,3	5,6				
Белаз-549				131,5	38,8				
Белаз-7519, 75124					92,7	33,1			
CAT-785B						28,7	55,7	50,1	29,5
R-170						20,0	20,0	19,0	8,5
CAT-777D							4,5	6,0	4,0
CAT-789C								15,2	20,0
БелАЗ-7513, 75131									43,0
Объем перевозок	тыс. м <sup>3</sup>	23681,1	36724	32446	34049	36347	40074,8	41208,7	54 818,1
Грузооборот	тыс. t. km	168643,7	256334	299525	299580	333012,3	325811	360354,9	336 775,2
Среднее расстояние транспортировки	km	2,74	2,68	3,55	3,38	3,52	3,13	4,15	2,46

для проведения физико-химических анализов всех видов ГСМ и охлаждающей жидкости, основными из которых являются: спектральная установка МФС-7 ф. ОКБ «Спектор» г. С-Петербург; автоматические приборы по определению кинематической вязкости, температуры вспышки, фракционного состава ф. «Neolab» г. Москва; установка по определению щелочного числа, плотности, аналитические весы ф. «Metler TOLLEDO» и другое оборудование. Запуск в производство нового лабораторного оборудования явилось значительным подспорьем по проведению диагностических работ и определения характера неисправностей, а также проведения контрольно-испытательных работ по тому или иному агрегату или узлу.

В 2003-2005 гг. существенным подспорьем в обеспечении объемов перевозок явился ввод в эксплуатацию карьерных самосвалов САТ-789С ф. «Катерпиллар» грузоподъемностью 180 t, которые и по сегодняшний день показывают высокую надежность и производительность.

**По пятому этапу.** С 2007 г. в УАТ вводятся в эксплуатацию новые карьерные самосвалы БелАЗ-75131 грузоподъемностью 130÷136 t. Технико-эксплуатационные показатели этих самосвалов с самосвалами других зарубежных производителей существенно не отличаются, а по сравнению с самосвалами БелАЗ, примерно такого же класса, эксплуатируемых в УАТ в конце 80-х - начале 90-х, новые самосвалы отличаются высокой надежностью агрегатов и узлов, внедрением современных электронных систем контроля параметров работы машины в целом. С вводом самосвалов БелАЗ-75131 и далее БелАЗ-7513 (с электроприводом мотор-колес «Дженерал Электрик») в УАТ начался новый этап развития с планомерным обновлением технологического парка, поскольку на тот период часть существующего парка самосвалов САТ-785В и R-170 Юклид фактически отработал свой предельный эксплуатационный ресурс с пробегом более 1,2 млн.км. Обновление парка продолжается до настоящего времени.

При этом, по результатам проведенных эксплуатационных испытаний в 2007 г. карьерных самосвалов БелАЗ-75131 на руднике Мурунтау, с глубиной свыше 500 m., высотой подъема до 210 m, многочисленными виражами и уклонами до 10%, расстояниями перевозки до 5,5 km, с жарким климатом, а также учитывая опыт эксплуатации карьерных самосвалов R-170 «Юклид» с электрической трансмиссией ТЭП переменного тока, показавшие высокие технико-эксплуатационные показатели, специалисты НГМК и УАТ обратились в ОАО «БелАЗ» с просьбой о рассмотрении реконструкции тягового электропривода (ТЭП) существующего серийного карьерного самосвала БелАЗ-75131 с установкой системы тягового электропривода ф. «Дженерал Электрик». В кратчайшие сроки специалистами ОАО «БелАЗ» и при активном участии специалистов «Дженерал Электрик» была разработана технология установки системы ТЭП модели GE150™ на самосвал БелАЗ-7513. С конца 2007 г. и по настоящее время идет поступление карьерных самосвалов БелАЗ-7513 с ТЭП «Дженерал Электрик».

Преимущества ТЭП переменного тока выражаются в следующем (рис. 1):

- тяговое усилие ТЭП GE150AC переменного тока выше ТЭП GE791DC постоянного тока на 17%;
- максимальная скорость ТЭП GE150AC выше на 17,5%;
- скорость преодоления максимального уклона - 12% ТЭП GE150AC выше на 19%;
- торможение на малых скоростях ТЭП переменного тока GE150AC на 12,7% эффективнее, чем ТЭП постоянного тока GE791DC;

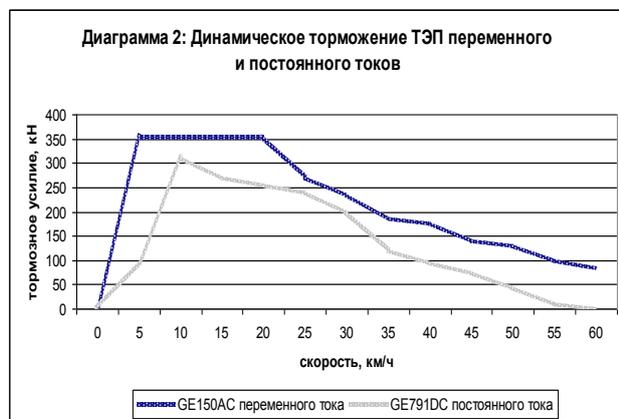


Рис. 1. Характеристика ТЭП «Дженерал-Электрик»

- при движении с полной нагрузкой на уклоне 10% эффективность динамического торможения на 14,5% выше у ТЭП переменного тока GE150AC;

- торможение на высоких скоростях у ТЭП переменного тока GE150AC быстрее на 18,8%;

- производительность самосвала по времени с ТЭП переменного тока GE150AC выше на 11,0%, чем ТЭП с постоянным током.

Довольно высокие эксплуатационные показатели обусловлены, в первую очередь, за счет высокой надежности ТЭП переменного тока GE150AC и высоких технических параметров этой системы, которые выражены в следующем:

1. Тяговый генератор 5GTA22R: мощность 1 345 kW (1 800 л.с.), улучшенная система возбуждения, улучшенный переходный процесс при резких изменениях нагрузки, минимум обслуживания с ресурсом работы вплоть до кап.ремонта дизеля, спец.конструкция обмоток статора и ротора (более высоковольтная).

2. Тяговый эл.двигатель переменного тока GEB15: асинхронный с КЗ ротором, минимальное обслуживание (безщеточный), КПД выше на 2-3% в сравнении с эл.двигателем постоянного тока, класс изоляции «Н» (Kapton).

3. Панель управления 17KG527: конструкция оптимизированная для простого и безопасного доступа, изолированные силовые модули, требуется только простая принудительная вентиляция, система управления GE InvertexTM, независимое управление мотор-колесами, улучшенные алгоритмы управления hill-startTM и sprin/slideTM, динамическое торможение на влажном грунте, управление буксованием/юзом в тяговом режиме (уменьшение износа шин), простые возможности диагностики, двухстрочная текстовая панель индикации в кабине, мониторинг параметров в реальном времени (WPTU & Pocket PTU).

4. Блок динамического торможения 17EM137 максимальная тормозная мощность 2 013 kW до 3,5 km/h., уменьшенный износ тормозных накладок рабочего тормоза.

5. Программное обеспечение wPTUTM Toolbox: программное обеспечение для работы с системой электропривода карьерного самосвала, для ОС Windows, полная диагностика, простое графическое представление информации о параметрах системы электропривода.

Наряду с высокими эксплуатационными показателями ТЭП переменного тока GE150AC, необходимо отметить низкие расходы по эксплуатации и обслуживанию, чем у ТЭП постоянного тока. Они выражаются, в первую очередь, низкой трудоемкостью выполняемых работ и соответственно времени простоя самосвалов, меньшего расхода эксплуатационных материалов и изнашиваемых компонентов в ремонте и на обслуживании, что положительно влияет на коэффициент технической готовности самосвала.

В течение всего периода эксплуатации самосвалов

БелАЗ-7513GE каких-либо серьезных отказов ТЭП переменного тока GE150AC не наблюдалось.

В то же время надо отметить высокую техническую поддержку специалистов ф. «Дженерал Электрик» и ОАО «БелАЗ», которая выражается в оперативном решении организационных, технологических и консультативных вопросов по эксплуатации и обслуживанию систем ТЭП переменного тока GE150AC и самосвала БелАЗ-7513 в целом в процессе их эксплуатации.

Выбранный стратегический курс НГМК обновления парка технологического транспорта на карьере Мурунтау с внедрением самосвалов БелАЗ-7513 с ТЭП «Дженерал Электрик» полностью себя оправдывает, что, в свою очередь, способствует безусловному выполнению поставленных производственных задач по перевозкам горной массы.

Для снижения себестоимости перевозок в карьере Мурунтау также внедрен ряд других мероприятий, а именно.

1. Применение системы GPS – глобального спутникового позиционирования (ГСП). Внедрение этой системы позволило существенно снизить непроизводительные простои и пробеги; диспетчерским службам рудника Мурунтау и УАТ оперативно управлять всем технологическим транспортом на руднике Мурунтау посредством своевременного распределения необходимого количества подвижного состава по участкам. Применение системы GPS преобразило сам процесс составления сводок, анализов и отчетов ТЭП подвижного состава. В настоящее время в УАТ разработана и внедрена электронная программа «Диспетчерская» по обработке путевых и маршрутных листов, где основными показателями работы машины на линии, для внесения показателей в базу данных, являются данные из системы GPS.

2. Организация участка мелкого ремонта (УМР) всего подвижного состава УАТ на борту карьера Мурунтау, что позволило существенно сократить нулевые пробеги и простои в ремонте всего подвижного состава. Производственная программа УМР по перечню выполняемых работ довольно обширна, начиная с долива масла до замены некоторых агрегатов и сварочных работ.

3. Организация площадок пересменки водительского состава непосредственно в чаше карьера, что позволило намного сократить время самой пересменки и нулевые пробеги технологического транспорта. Экономия времени на один автосамосвал за смену 25 min, а за сутки 50 min в среднем. Внедрение данного мероприятия позволило (кроме экономии топлива и автостоя, удлинения времени использования техники в карьере, увеличения объема выполненных работ по ремонту, содержанию, поливу дорог и забоев) достичь ритмичности перевозки и дополнительной перевозки горной массы.

4. Организация площадок для ПАЗС непосредственно в зоне работы технологического транспорта,

ДСМ и поливооросительной техники, что позволило сократить время заправки и непроизводительные пробеги технологического транспорта. При прежней организации труда заправка производилась на борту карьера. Зачастую это приводило к скоплению подвижного состава в ожидании заправки у топливозаправщика. Терялось время, впустую расходовалось топливо и изнашивались автошины.

Для исключения этих затрат были закуплены 3 топливозаправщика на базе шасси БелАЗ и организована заправка всего подвижного состава непосредственно в чаше карьера (на площадках пересмены) с помощью этих машин. Как указано выше, площадки пересмены оборудованы в местах наибольшего пересечения маршрутов и водители, проезжая мимо заправки, не заезжают на территорию заправки, если на заправке находится два и более единицы подвижного состава.

5. Организация 2-х пунктов подкачки а/шин, смазки а/самосвалов и ДСМ, мелкий ремонт эл. оборудования, что позволило сократить непроизводительные пробеги и простои в ремонте всего подвижного состава.

Несмотря на довольно сложные условия обеспечения последних лет некоторыми материалами и оборудованием, специалистами УАТ и других специализированных подразделений НГМК, при поддержке руководства рудоуправления, произведены большие объемы строительных работ по благоустройству и реконструкции производственных площадей и цехов, а также ввода новых объектов в УАТ. Основными из которых являются: реконструкция центральной лаборатории ГСМ УАТ с внедрением

нового оборудования; реконструкция помещения оборотного склада с установкой нового складского оборудования согласно современным требованиям агрегатного метода ремонта; реконструкция шиномонтажного отделения с установкой нового оборудования по ремонту крупногабаритных шин ф. Тип-Топ; реконструкция цеха по ремонту агрегатов с установкой ряда нового оборудования и подъемных механизмов ф. Caterpillar; реконструкция участка по ремонту ДВС с установкой ряда нового оборудования и стендов-кантователей. Все эти работы позволили существенно увеличить производительность, улучшить качество работ по обслуживанию и ремонту подвижного состава, а также переход по программе импортозамещения от капитальных ремонтов части агрегатов за рубежом и организации их в условиях УАТ.

В 2007 г. введен в эксплуатацию новый бокс по ремонту самосвалов с необходимыми административно-хозяйственными помещениями.

Запуск в эксплуатацию нового бокса положительно отразилось на культуре производства, производительности труда и качестве выполняемых работ.

Таким образом, УАТ, являясь важным звеном в производственном процессе Центрального рудоуправления НГМК по перевозке горной массы, учитывая сложные условия эксплуатации карьера Мурунтау, продолжает совершенствовать свою инфраструктуру производственной базы, технологии обслуживания, ремонта и эксплуатации подвижного состава. Обеспечивает стабильное выполнение намеченных производственных задач.

## АНАЛИЗ СИСТЕМ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ

**Худойбердиев Ш.М.**, ст. преподаватель кафедры «Горная электромеханика» НГГИ, канд. тех. наук; **Джураев Р.У.**, ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ; **Хайдаров Ш.Б.**, ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ; **Зокидов О.У.**, ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ

В горной промышленности, наряду с электрической энергией, широко используется пневматическая энергия, или энергия сжатого воздуха. Сжатый воздух является одним из основных видов энергии на шахтах и рудниках для приведения в действие бурильных, бурсобоечных, добычных, проходческих и погрузочных машин, вентиляторов местного проветривания, насосов, а также в эрлифтных установ-

ках при откачке воды и пульпы. Такое широкое применение пневматической энергии обусловлено высокой степенью безопасности пневматического оборудования, что особенно важно для шахт, опасных по газу или пыли, где применение электрической энергии при подземной разработке ископаемых является опасным при внезапных выбросах угля и газа.

Но вместе с тем пневматическая энергия имеет ряд серьезных недостатков. И прежде всего - это высокая стоимость по сравнению с электрической энергией, что объясняется большим потреблением электрической энергии компрессорами при производстве сжатого воздуха.

Одним из основных узлов, связанных с существенным потреблением подводимой к коленчатому валу компрессора энергии, является клапан. Клапан (от нем. Кларре) - крышка, заслонка, деталь или устройство, служащее для управления потоком газа и жидкости в машинах путем изменения проходного сечения. Клапаны поршневых компрессоров - это узлы, сообщающие или разобщающие полость цилиндра с полостями всасывания и нагнетания. В современных поршневых компрессорах затраты мощности на преодоление сопротивлений клапанов составляют около 10% от номинальной. В ряде случаев, в частности, в передвижных и специальных (высокого давления) компрессорах эти затраты достигают 20-30% от общей мощности. Проблема совершенствования воздухораспределительных органов поршневых компрессоров представляет собой важную научно-практическую задачу, актуальность которой не уменьшается, поскольку энергоэффективный путь хозяйствования в условиях рыночных отношений не имеет альтернативы.

Существующие клапаны поршневых компрессоров не в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым к ним горной промышленностью. Следовательно, разработка конструкций энергосберегающих клапанов, повышающих эффективность и надежность поршневых компрессоров, является актуальной задачей.

В современных поршневых компрессорах, в подавляющем большинстве случаев, применяют самодействующие клапаны, т.е. клапаны, закон движения запорного органа которых определяется изменяющейся разностью давления.

На сегодняшний день имеются разные виды самодействующих клапанов (рис. 1-6).

Это дисковые, кольцевые, тарельчатые, полосовые и прямооточные. Наиболее прогрессивными из них являются прямооточные клапаны, которые получили широкое распространение на поршневых компрессорах общего назначения. Типичным представителем прямооточных клапанов является клапан типа ПИК (рис. 1).

В настоящее время большинство компрессоров общего назначения оборудованы этими клапанами.

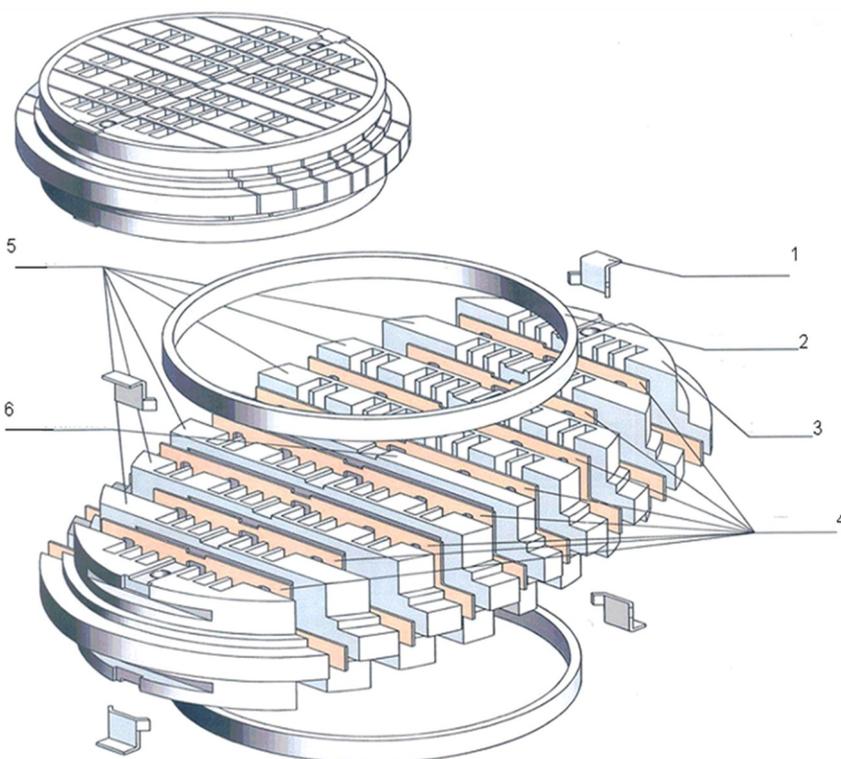


Рис. 1. Прямоточный клапан ПИК: 1 - планка стопорная; 2 - кольцо крепления; 3 - плита боковая; 4 - пластины; 5 - седло; 6 - ограничитель

Клапаны ПИК обладают рядом значительных преимуществ: небольшая масса подвижных частей, более развитое проходное сечение по сравнению с кольцевыми и дисковыми клапанами, низкие газодинамические сопротивления. Но этот клапан обладает серьезными недостатками: сложность конструкции клапана и как следствие - низкая ремонтопригодность. В условиях компрессорных станций на горных предприятиях ремонт клапанов ПИК практически не производится. Жесткое крепление пластины клапана к его седлу приводит к тому, что на защемленную пластину в процессе работы постоянно действует знакопеременный изгибающий момент. При длительном воздействии этого момента в месте изгиба кон-

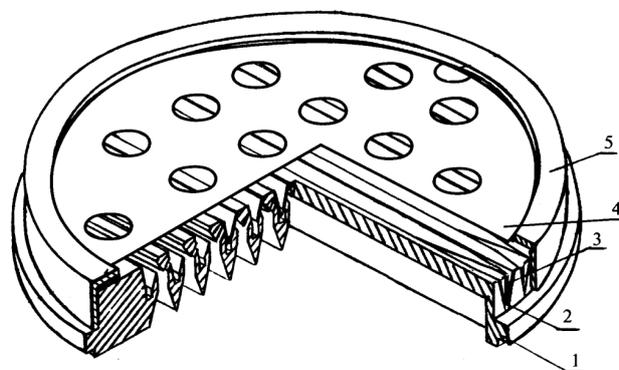


Рис.2. Прямоточный клапан СГИ: 1 - седло, 2 - клапанная пластина, 3 - клапанная пружина, 4 - кольцо, 5 - ограничитель

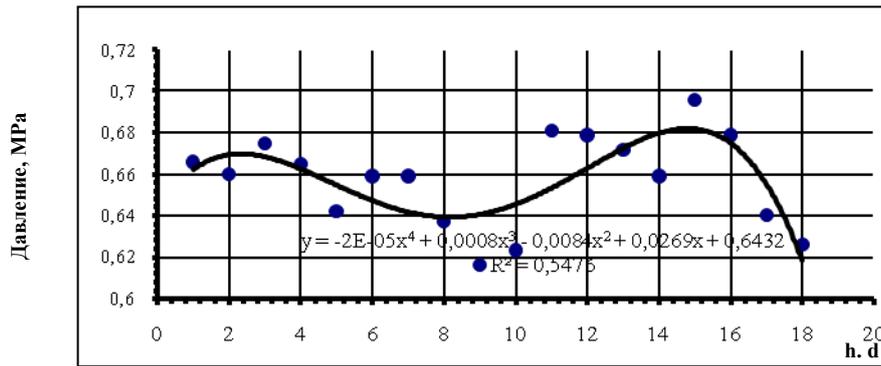


Рис. 3. Зависимость давление от времени с клапанами ПИК-220

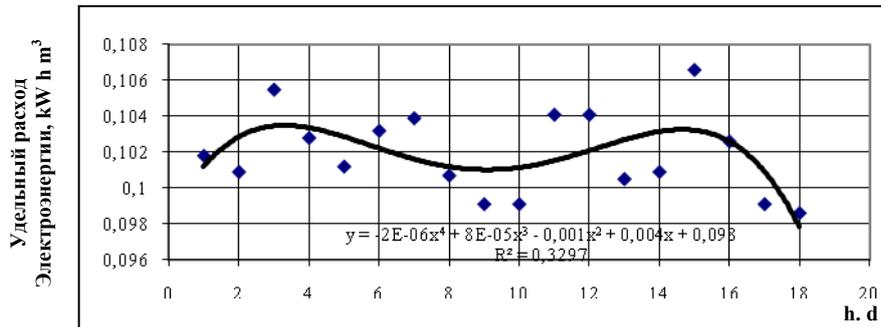


Рис. 4. Зависимость удельного расхода электроэнергии от времени с клапанами ПИК-220

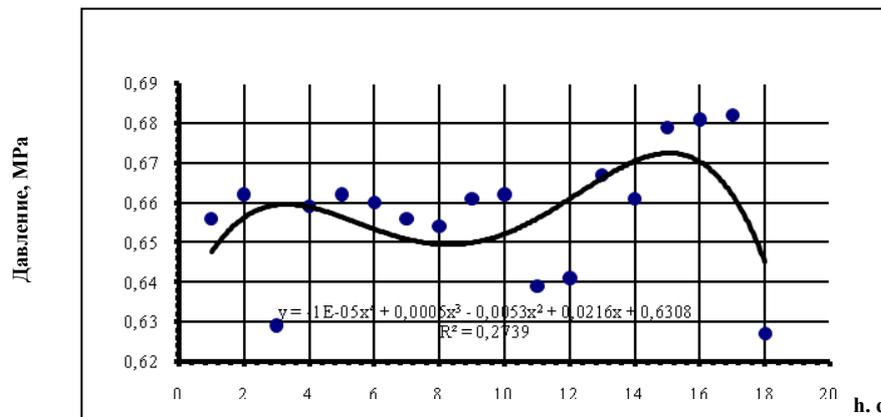


Рис. 5. Зависимость давление от времени с клапанами СГИ-220

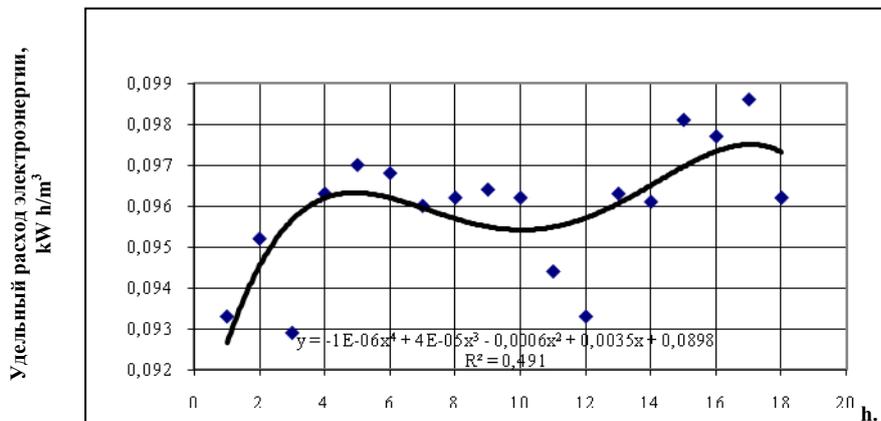


Рис. 6. Зависимость удельного расхода электроэнергии от времени с клапанами СГИ-220

центрируются напряжения усталости, которые приводят к разрушению пластины клапана. Такой конструктивный недостаток приводит к снижению наработки клапана на отказ.

Крупным недостатком клапана ПИК является отсутствие возможности регулирования производительности компрессора отжимом пластин всасывающего клапана.

Начиная с 1955 г. ведутся работы по совершенствованию воздухораспределительных органов поршневых компрессоров [2]. Создано несколько оригинальных конструкций клапанов, защищенных авторскими свидетельствами. Среди прямоточных клапанов наиболее удачной является конструкция, показанная на рис. 2. Прямоточный клапан СГИ состоит из седла с каналами для прохода газа, в которых установлены комплекты из двух пластин и двух пружин. Пластины и пружины удерживаются в пазах кольцом и ограничителем. При работе клапана пластина совершает сложное движение, при котором ее края скользят по поверхности кольца. Отличительной особенностью клапана данной конструкции является отсутствие жесткого крепления пластин с пружинами и седлом клапана.

Это конструктивное преимущество приводит к тому, что на пластину в процессе работы не действует изгибающий момент, что, в свою очередь, обуславливает значительное увеличение надежности и долговечности клапана. Высокая герметичность клапана достигается за счет автоматической притирки пластин к седлу в процессе работы.

Преимуществами клапана СГИ являются простота его конструкции и высокая ремонтопригодность. Кроме того, многолетний опыт эксплуатации клапанов выявил еще одно преимущество, играющее роль при эксплуатации клапанов в условиях производства: на уплотнительных кромках и на пластинах клапана не образуется нагар. Клапан СГИ имеет ма-

лую массу подвижных частей, малые газодинамические сопротивления и большое проходное сечение.

В настоящее время на компрессорных станциях горных предприятий эксплуатируются в основном три типа клапанов: кольцевые, прямоочные ПИК и прямоочные СГИ. Для сравнительного анализа были проведены испытания клапанов СГИ-220 и ПИК-220 на компрессорах 4ВМ 10-100/9 [3].

Результаты сравнительных испытаний трех типов клапанов показали (рис. 3-6), что клапан СГИ позволяет повысить производительность компрессора на 2% по сравнению с клапанами ПИК и на 10% по сравнению с кольцевыми клапанами. Клапан СГИ позволяет снизить удельный расход электроэнергии на 1,5 - 2% по сравнению с клапанами ПИК и на 8 - 9% по сравнению с кольцевыми клапанами [1].

В результате анализа работы приведенных клапанов можно выделить основные тенденции совершенствования воздухораспределительных органов: снижение газодинамических сопротивлений за счет придания каналам и замыкающим элементам клапана более совершенных форм. А также за счет увеличения проходного сечения клапана снижение ударных нагрузок на замыкающий элемент клапана, упрощение конструкции клапана и повышение его ремонтпригодности, исключение изгиба замыкающего элемента при работе клапана.

Клапаны СГИ более надежны в эксплуатации, имеют простую конструкцию, позволяющую производить их быструю разборку и сборку в условиях компрессорной станции без специальных приспособлений.

#### Список литературы:

1. Миняев Ю.Н. Энергосбережение при производстве и распределении сжатого воздуха на горных предприятиях. Екатеринбург. 2010.
2. Миняев Ю. Н. Энергосбережение при производстве и распределении сжатого воздуха на промышленных предприятиях. Екатеринбург. 2002.
3. Дмитриев В.Т. Обоснование и выбор энергосберегающих параметров функционирования шахтных компрессорных установок. Дисс. д-ра техн. Наук: 05.05.06. Екатеринбург 2006.

УДК 672.11:672.3

© Эгамбердиев И.П., Ганиев Ю.У., Улугов Г.Д. 2012 г.

## ОТЛИВКИ ИЗ ВЫСОКОХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ ДЛЯ БЫСТРОИЗНАШИВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Эгамбердиев И.П., начальник научного отдела НГГИ, канд. техн. наук; Ганиев Ю.У., начальник литейного производства ПО НМЗ НГМК; Улугов Г.Д., инженер металлостроитель ПО НМЗ НГМК

Высокохромистые чугуны (ВХЧ) относятся к белым износостойким чугунам, которые по выпуску занимают одно из первых мест среди чугунов со специальными свойствами. Такой повышенный спрос на них объясняется актуальностью проблемы повышения стойкости деталей машин, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания.

С развитием в Центральных Кызылкумах горнодобывающей промышленности для производства запасных частей насосов, перекачивающих абразивные смеси, на Навоийском машиностроительном заводе в 80 гг. XX века начали освоение технологии выплавки отливок из высокохромистых чугунов.



Рис. 1. Чугунные отливки рабочих колес насосов «8Гр» (а), «Wagman» (б) и ротора барабана дробилки «СЕМСО» (в)

Освоение ВХЧ на участке цветного литья началось сразу после его пуска, в апреле 1998 г., так как белые износостойкие чугуны уже прочно себя зарекомендовали в этой отрасли. Из них изготавливают отливки более 30 наименований, в том числе футеровки барабанов, рабочие колеса, бронедиски, корпуса насосов (рис. 1). Сейчас объем выпуска отливок из ВХЧ составляет более 800 т в год.

Основная марка ВХЧ, применяемая для указанных деталей и освоенная на ПО НМЗ, 300X32Н2М2ТЛ, следующего химического состава: 2,40-2,80% С; 0,7-1,4% Si; 0,40-0,80% Mn; 30,0-34,0 % Cr; 1,50-2,00% Mo; 1,50-3,00% Ni; <0,06% P; <0,10 % S; Fe - ост.

В чугунах, содержащих >24% Cr, при кристаллизации образуются карбиды типа  $(Cr, Fe)_7C_3$  и  $(Cr, Fe)_{23}C_6$ , которые и придают ему износостойкость. Металлическая матрица чугуна 300X32Н2М2ТЛ за счет высокого содержания С, Cr и Ni - аустенит. Поэтому данная марка чугуна хорошо зарекомендовала себя в условиях абразивного и гидроабразивного изнашивания.

Однако, следует отметить, что, хотя чугун 300X32Н2М2ТЛ обладает уникальной износостойкостью, данный сплав имеет низкую ударную вязкость и обрабатываемость резанием, что значительно сужает область их применения.

Чугун 300X32Н2М2ТЛ имеет те же недостатки по свойствам, что и все ВЧХ. К тому же это - дорогой сплав, так как содержит легирующие элементы, такие как Ni, Mo и Cr, а сегодня в производстве все больше прослеживается тенденция к рациональному использованию дорогих материалов.

В связи с этим возникла необходимость в разработке экономно-легированного износостойкого чугуна для быстроизнашиваемых деталей, работающих не только в условиях чисто абразивных и гидроабразивных нагрузок, но и способных испытывать в процессе эксплуатации ударные нагрузки. Решение этой задачи позволит расширить область применения ВХЧ в промышленности, для чего необходимо выбрать из всего многообразия ВХЧ одну-две базовые марки, совершенствование

свойств которых за счет управления структурой позволило бы получить сплав, отвечающий названным условиям.

В настоящее время известно большое количество марок ВХЧ, различающихся по содержанию С, Cr, Ni, Mo и т.д., которые рекомендуются многими авторами для быстроизнашиваемых деталей машин. Для выбора базового сплава из широко используемых чугунов, содержащих 10÷30% Cr, отобрали 6 марок, наиболее часто используемых в промышленности, и провели сравнительные испытания по механическим, технологическим и эксплуатационным характеристикам. Чугуны, содержащие < 10 Cr не рассматривали, так как они содержат карбиды цементитного типа со сравнительно низкой износостойкостью.

Для сравнительных испытаний взяли следующие чугуны: 340X12НМЛ, ИЧ280X17НЗГ, ИЧХ28Н2, 340X12НМЛ, 300X32Н2М2ТЛ и 280X29НЛ.

Для определения механических характеристик (на разрыв, изгиб, ударную вязкость и твердость), технологических свойств (жидкотекучести, склонности к образованию горячих и холодных трещин, обрабатываемости резанием), а также эксплуатационных характеристик чугунов использовали стандартные и оригинальные методики. Все приборы и оборудования, применяемые при проведении экспериментов, имеют сертификаты поверки (рис. 1-4, табл. 1).

Сравнительные испытания позволили выявить две наиболее перспективные марки ВХЧ, а именно - экономно-легированный 340X12НМЛ и безмолебденевый 280X29НЛ, которые могут быть использованы в каче-

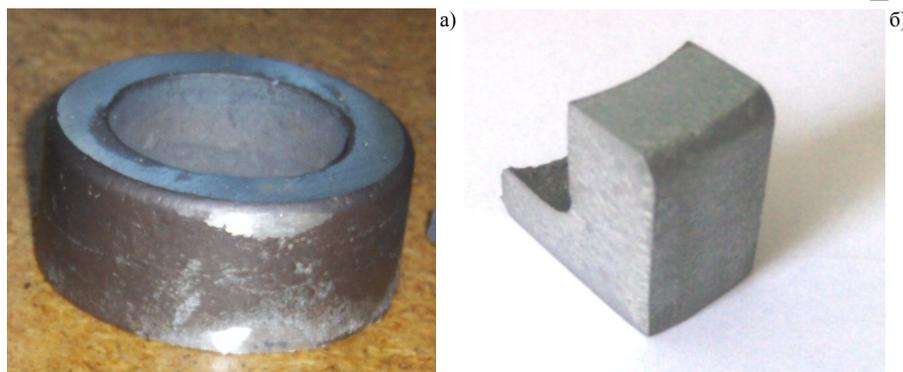


Рис. 2. Термическая обработка образцов: а) общий вид образца; б) образец, вырезанный для микрошлифа



Рис. 3. Микрофотография сплава 280X29НЛ: а) литое состояние; б) после проведения смягчающего отпуска (образец 02); в) после закалки и отпуска. Увеличение микроскопа x 500

стве основы для дальнейшего совершенствования свойств за счет управления процессом формирования структуры в литом состоянии и в результате проведения термической обработки (ТО).

Как показали испытания, эти чугуны, как и все остальные, имеют низкую ударную вязкость, соответственно плохо обрабатываются резанием. Одна из причин, усугубляющих этот недостаток то, что белые и особенно высокохромистые чугуны склонны к образованию экзогенной, так называемой транскристаллитной структуры.

Один из способов ликвидации транскристаллизации - проведение термической обработки, которая, как технологическая операция, отличается простотой выполнения, не требует существенных капитальных затрат и не нуждается в перестройке существующего технологического процесса.

Согласно теории, проведение термической обработки влияет на процесс роста эвтектических колоний и, в конечном итоге, на структуру и свойства сплава.

Износостойкость этих чугунов в значительной степени определяется структурой металлической основы, поэтому превращение переохлажденного аустенита представляет особый интерес. В настоящей работе исследовали превращения аустенита белого высокохромистого чугуна 280Х29НЛ.

Одна из основных причин недостаточного использования ВХЧ в промышленности - их высокая твердость (HRC 49 - 58). Поэтому проводили работы по улучшению обрабатываемости за счет снижения твердости материала. Исследования, позволяющие оптимизировать режимы термической обработки, дающие снижение твердости до HRC 46 - 48, показали, что оптимальный режим отжига для ВХЧ - нагрев с печью 700 - 720 °С - выдержка 3 - 4 часа - охлаждение деталей вместе с печью до температуры не выше 200 °С. Дальнейшее охлаждение на воздухе. Далее следует механиче-

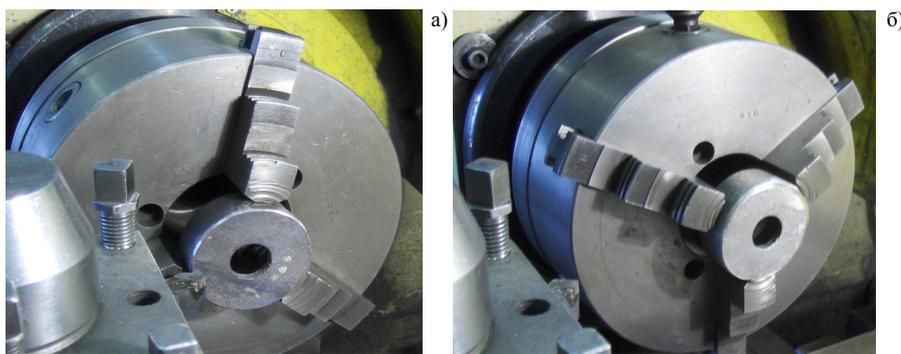


Рис 4. Фотографии образцов: а) литое состояние; б) после смягчающего низкого отпуса

ская обработка. После механической обработки следует провести закалку и отпуск для снятия внутренних напряжений.

Термической обработке подвергали образцы цилиндрической формы (рис. 2 а), отлитые в песчаную форму, по имеющейся технологии согласно СТП 072.031-98 действующей на ПО НМЗ.

Для установления взаимосвязи свойств сплава в отливках с характером микроструктуры методом электроэрозионной обработки вырезали образцы с целью исследования микроструктуры (рис. 2 б)

Результаты измерений приведены в табл. 1. микроструктуры образцов после каждой операции ТО на рис. 3.

Микроструктура основы этих чугунов после аустенизации и изотермической выдержки при 600 °С - мелкодисперсная смесь аустенита, продуктов его распада и вторичных карбидов. Отсутствие изолированных участков аустенита (или мартенсита) в структуре указывает на то, что распад аустенита происходит равномерно по всему полю основы.

Испытания показали, что ликвидация транскристаллизации позволила заметно улучшить микроструктуры (рис. 3) характеристики ВХЧ. К сожалению, достигнутый уровень свойств нельзя признать достаточным. Поэтому дальнейшее совершенствование свойств ВХЧ проводили за счет управления вторичной структурой, то есть оптимизацией режима термической обработки.

Эксперименты показали, что ударная вязкость чугуна ИЧ270Х18 может быть существенно повышена проведением смягчающего отжига -  $T_0=70-720^{\circ}\text{C}$ , выдержка в течение 3-4 часов, последующее охлаждение вместе с печью.

На рис. 4 приведены фотографии образцов с улучшенной (а) и затрудненной (б) обрабатываемостью резанием.

Отсюда следует, что для деталей, работающих только на износ без ударных нагрузок, не подвергающихся механической обработке, можно рекомендовать режим термической обработки: закалка при 850 – 950 °С с последующим отпуском при 200°С. Для деталей, подвергающихся механической обработке, рекомендуется проведение смягчающего отпуска перед проведением механической обработки для улучшения обрабатываемости резанием.

Таблица 1

Результаты измерений твердости и микротвердости

Номера образцов	Микротвердость, HV <sub>50</sub>		Твердость, HRC
	Матрицы	Карбиды	
Образец № 01 Литое состояние	644	927	59-60
	766	1150	
		1449	
Образец № 02 После смягчающего отпуса	548	972	46- 48
	644	1150	
		1449	
Образец № 03 После закалки и отпуса	644	972	59-61
	766	1150	
		1449	

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК

**Тошов Б.Р.**, зав. кафедрой «Горная электромеханика» НГГИ, канд. физ.- мат. наук; **Худайбердиев Ш.М.**, ст. преподаватель кафедры «Горная электромеханика» НГГИ, канд. тех. наук; **Джураев Р.У.**, ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ

Подземное выщелачивание руды осуществляется путем избирательного перевода металла в технологическую жидкость на месте залегания руд при помощи воздействия химических растворов. Для поднятия технологического раствора с рудой со скважин и обратной закачки химических растворов применяют центробежные насосы.

Энергетические показатели насосных установок зависят от режима работы. Параметрами, определяющими режим работы насоса, являются напор и подача. Эти величины также полностью определяют частоту вращения и момент нагрузки на валу электродвигателя, т.е. режим работы электропривода. Соответственно, регулирование основных параметров рабочего режима насоса окажет влияние на энергетические показатели и позволит определить эффективность работы насосной установки. Наиболее эффективно регулировать основные параметры режима работы центробежных насосов методом изменения частоты вращения рабочих колес [1]. Изменение частоты вращения рабочих колес насоса возможно, когда в качестве приводного двигателя используются газовые турбины, двигатели внутреннего сгорания или регулируемый электропривод.

Газовые турбины и двигатели внутреннего сгорания могут обеспечивать плавное изменение частоты вращения насоса в необходимом диапазоне. Однако для САУ обычно используются различные виды регулируемого электропривода.

Регулируемый электропривод переменного тока по своим энергетическим характеристикам подразделяется на три основные группы:

- приводы, регулирующие без потерь энергии скольжения (частотные приводы, вентильные двигатели, многоскоростные двигатели);
- приводы с рекуперацией энергии скольжения (электрические, электромеханические и асинхронные вентильные каскады и т.п.);
- приводы с потерями энергии скольжения (электродвигатели с реостатом в цепи ротора, приводы с гидравлическими и электромагнитными муфтами скольжения и т.п.).

В значительной мере потери в электроприводе зависят от потерь энергии скольжения. Потери мощности скольжения в электроприводе насоса существенно зависят от вида механической характеристики рабочего органа и его частоты вращения [1]:

$$P_{ck} = (1 - \omega^*) \omega^{*r},$$

где  $\omega^*$  - частота вращения в относительных единицах;  
 $r$  - показатель степени в уравнении механической характеристики.

В исследованиях, приведенных в [1], определено, что максимально возможное значение потерь мощности скольжения имеет вид:

$$P_{ck\max}^* = \frac{r^r}{(r+1)^{r+1}},$$

при частоте вращения  $\omega^* = \frac{r}{r+1}$ .

Зависимость потери мощности скольжения от частоты вращения и значения  $r$  представлена на рис. 1. При этом установлено, что максимальное значение потерь скольжения не превышает 8÷15% от номинальной мощности насосного агрегата при  $r=2÷4$ . Этим потерям соответствует частота вращения, равная 65÷80% номинальных значений, что совпадает с диапазоном регулирования насосов по скорости. При таких условиях потери скольжения в среднем равны 4÷8% от номинальной мощности насоса.

В регулируемых электроприводах второй группы, работающих с рекуперацией энергии скольжения, часть энергии возвращается обратно в электрическую сеть, но определенная часть теряется в электроприводе [1]:

$$W_{п.с.} \approx W_c (1 - \eta_k),$$

где  $\eta_k$  - КПД каскадной схемы.

Из-за высоких значений КПД, в современных каскадных схемах (0,9÷0,95) [1], электроприводы второй группы характеризуются высокими энергетическими показателями. В каскадных схемах имеются два вида потерь: зависящие от потерь скольжения и постоянные потери, которые составляют примерно 3% потребляемой мощности. Соответственно суммарные потери в электроприводе при выполнении технических расчетов ориентировочно можно принять:

$$W_{п.} = \zeta W_3,$$

где  $W_{п.}$  - суммарные потери в электроприводе;

$\zeta$  - коэффициент, учитывающий потери за счет несинусоидальности преобразованного тока,  $\zeta=0,03÷0,05$ .

С учетом вышеизложенного результирующая экономия электроэнергии при использовании электроприводов с рекуперацией энергии скольжения определяется:

$$W_{рез} = \left( (-\zeta) \frac{N_6 T w^*}{\eta_{эд}} \right) \varphi,$$

где  $N_6$  - мощность, потребляемая насосом при наибольшей подаче;

$T$  - время;

$w^*$  - относительная экономия электроэнергии;

$\eta_{эд}$  - КПД двигателя;

$\varphi$  - снижающий коэффициент.

К первой группе можно отнести частотное регулирование частоты вращения насоса и регулирование частоты вращения, изменяя число пар полюсов. Известно, что синхронная скорость вращения асинхронного двигателя обратно пропорциональна числу пар его полюсов, что используется для ступенчатого регулирования числа пар полюсов обмотки статора:

$$n = 60 \frac{f}{p}.$$

Поскольку число пар полюсов не может быть дробным, при  $f=50\text{Гц}$  без учета скольжения частота вращения многоскоростных асинхронных электродвигателей имеет значения: 3000, 1500, 1000, 750 об/мин и т.д.

Изменяя ступенями число пар полюсов, можно дискретно менять положения напорной характеристики насоса (рис. 2). Соответственно можно уменьшить превышения напоров в режиме минимальных подач.

Эффективность применения многоскоростных электродвигателей можно оценить следующим образом. Применение двухскоростного электродвигателя снимает превышение напоров, ограниченное криволинейным четырехугольником  $2 \div 4 \div 5 \div 6$  (рис. 2). Следовательно, экономия электроэнергии за счет снятия этих напоров может быть определена согласно [1] как разность потерь электроэнергии, затрачиваемой на превышение напоров, ограниченных ординатами криволинейного треугольника  $1 \div 3 \div 5$  и ординатами криволинейных треугольников  $1 \div 2 \div 6$  и  $2 \div 3 \div 4$ .

Потери в электроприводах с частотным регулированием обусловлены потерями в частотных преобразователях, а также снижением КПД электродвигателя из-за несинусоидальной формы кривой преобразованного тока. Потери в таких приводах определяются выражением [3]:

$$W_{II} = N_6 T (1 + \zeta - \eta_{II}),$$

где  $\eta_{II}$  - КПД частотного преобразователя,  $\eta_{II} = 0,9 \div 0,95$ .

При применении электроприводов, работающих без потерь скольжения, результирующая экономия электроэнергии с учетом потерь в электроприводе можно определить [1]:

$$W_{рез} = \frac{N_6 T}{\eta_{эд}} \left[ w^* - (1 + \zeta - \eta_{II}) \right].$$

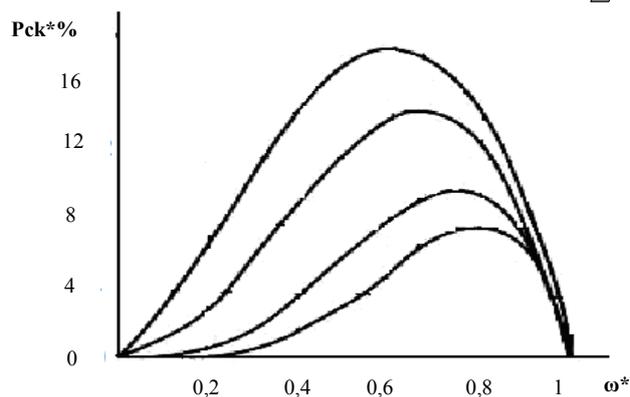


Рис. 1 Изменение потерь скольжения в зависимости от частоты вращения двигателя: 1) - при  $г=1,5$ ; 2) - при  $г=2$ ; 3) - при  $г=3$ ; 4) - при  $г=4$

Вместе с этим, определению экономии электроэнергии при применении регулируемого электропривода без потерь скольжения посвящено множество научных трудов. Например, при применении частотно-регулируемого электропривода в насосных установках с предложенным Г.И. Бабокиным алгоритмом управления позволило уменьшить потребление электрической энергии на 30÷40% по сравнению с нерегулируемым электроприводом.

Результаты анализа научной литературы и опыта эксплуатации насосных установок показали:

1. Низкие значения потерь в сочетании с невысокой стоимостью электроприводов третьей группы делают целесообразным их применение в насосных установках, но требуют использование электропривода специальной конструкции, что не приемлемо для большинства электроприводов насосных установок в технологии подземного выщелачивания полезных ископаемых. Кроме того, приведенный выше анализ показывает, что потери энергии скольжения существенно зависят от параметров и режима работы насосных установок.

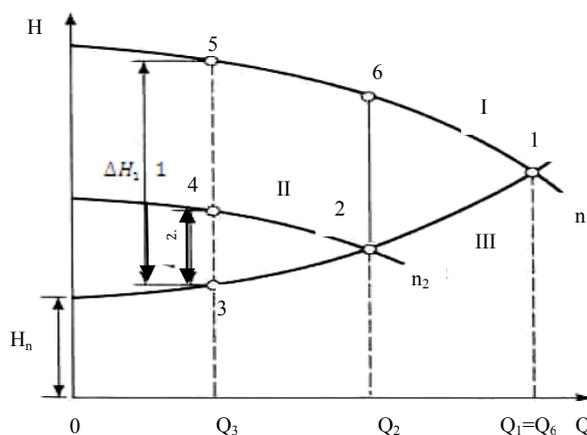


Рис. 2 Режим работы двухскоростного насосного агрегата: I - напорная характеристика насоса при работе на высшей скорости; II - то при работе на низшей скорости; III - характеристика трубопровода

2. Применение двухскоростного электропривода оправдано в тех случаях, когда:

- по технологии работы требуют всего два режима по производительности: рабочий и не рабочий (например, если для вентиляции производственных помещений в рабочие часы требуется подача полного количества воздуха, то в ремонтные смены она может быть снижена вдвое);

- не требуется регулирование производительности, однако применение односкоростного асинхронного двигателя затруднено из-за больших маховых масс привода;

- двухскоростной двигатель используется в сочетании с устройством для плавного регулирования скорости, например с индукторной муфтой скольжения.

Как показывают исследования, в некоторых случаях двухскоростной электропривод можно применить для насосных установок, эксплуатируемых в технологии подземного выщелачивания.

3. Наиболее энергоэффективным методом управления, с учетом особенностей технологии и конструктивных особенностей электроприводов насосных установок, применяемых в технологии подземного выщелачивания, является применение частотно-регулируемого электропривода. Кроме того, современные системы управления частотным преобразователем позволяют формировать управляющее воздействие с учетом аналоговых данных, получаемых с различных внешних источников, что дает возможность связать технологический процесс с режимом работы электропривода.

#### Список литературы:

1. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуховывных установках. - М.: Энергоатомиздат, 2006 г. - 360 с.
2. Лезнов Б.С. Рекомендации по применению регулируемого электропривода в системах автоматического управления водопроводных и канализационных насосных установок. М.: ВНИИ ВОДГЕО. 1987.
3. Экономия энергии с помощью регулирования частоты вращения электропривода управления кислородом котельных. Англия. Technol. - 2005. - №1. - С. 59-65.

УДК 621.649;621.65

© Тошов Б.Р., Атакулов Л.Н., Худайбердиев Ш.М. 2012 г.

## МЕТОДЫ И СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК В ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Тошов Б.Р., зав. кафедрой «Горная электромеханика» НГГИ, канд. физ.- мат. наук; Атакулов Л.Н., ст. преп. кафедры «Горная электромеханика» НГГИ; Худайбердиев Ш.М., ст. преподаватель кафедры «Горная электромеханика» НГГИ, канд. тех. наук

Подземное выщелачивание руды осуществляется путем избирательного перевода металла в технологическую жидкость на месте залегания руд при помощи закачивания в недра химических растворов. Для поднятия со скважин технологической жидкости и для ее транспортировки применяют центробежные насосы с асинхронными двигателями. Известно, что функционирование насосных установок характеризуется в основном производительностью. Производительность, в свою очередь, зависит от притока жидкости в скважину и ее режимных параметров. С целью определения характера притока были собраны статистические данные по притоку жидкости в скважину на одном из блоков участка подземного выщелачивания полезных ископаемых [1-5].

На основе собранных статистических данных был проведен анализ с использованием теории массового обслуживания [5]. Согласно данной теории, совокупность случайных величин, зависящих от неслучайного параметра, называют случайной функцией. Как видно из графика, приток жидкости в скважину является случайной функцией  $Q(t)$ , т.к. она зависит от неслучайного параметра  $t$  (месяц).

Кроме того, случайная функция должна обладать таким свойством, как стационарность, и в ней должно отсутствовать последствие. Обоснование стационарности и отсутствия последствие в притоке жидкости в скважину провели исследования поэтапно для каждой скважины и определили, что величина притока жидкости в скважину за промежуток времени  $(0, t)$

зависит от величины этого промежутка, т.е. от значения  $t$ .

Следовательно, функция  $Q(t)$  является однопараметрическим семейством случайных величин, что видно из графической зависимости в разный промежуток времени, значения притока жидкости в скважину не имеют одинаковую величину (рис. 1). В данном случае реализацией случайной функции является «неслучайная» функция одного аргумента времени. Для полного описания случайной функции практически невозможно определить все ее реализации, т.к. их бесчисленное множество.

Случайная функция  $Q(t)$  будет полностью определена, если для любых положительных промежутков времени мы можем указать величину притока за каждый из этих промежутков времени. Как известно, полная характеристика случайной величины дается законом распределения. При этом необходимо знать одновременно поведение функции  $Q(t)$  за промежуток времени продолжительностью  $t_1, t_2, \dots, t_n$ . Поэтому необходимо дать характеристику группы случайных величин  $Q(t_1), Q(t_2), \dots, Q(t_n)$ . Такой характеристикой является  $n$ -мерный закон распределения группы случайных величин:

$$Q(t_1), Q(t_2), Q(t_3), \dots, Q(t_n).$$

Приток жидкости в скважину будет обладать свойствами стационарности, если вероятность притока определенного количества жидкости в течение определенного промежутка не зависит от начала отчета времени, а зависит от длины промежутка или приток называется стационарным если закон распределения группы случайных величин  $Q(t_1), Q(t_2), Q(t_3), \dots, Q(t_n)$  совпадает с законом распределения:

$$\begin{aligned} Q(t_1+a) - Q(a); \\ Q(t_2+a) - Q(a); \\ Q(t_3+a) - Q(a); \\ \dots; \\ Q(t_n+a) - Q(a), \end{aligned}$$

где  $a$  - любой произвольный отрезок времени  $t$ ;

$Q$  - приток жидкости в скважину.

Анализ данных по притоку жидкости в скважину показывает, что данное условие полностью выполняется для нашего случая. Это, в свою очередь, обосновывает, что приток жидкости в скважину имеет стационарные свойства.

Кроме того, приток жидкости в скважину можно назвать притоком без последствия, если поступивший приток за период  $t$  не зависит от притока поступившего до этого периода или в тех случаях, когда закон распределения группы:

$$Q(t_i+a) - Q(a) \quad (i=0, 1, 2, \dots, n)$$

при  $t > 0$  и любом  $a > 0$  не зависит от значений величины  $Q(t)$  при  $t < a$ .

Нами определено, что приток жидкости в скважину в технологии подземного выщелачивания полезных ископаемых полностью соответствует данному условию, что обосновывает отсутствие последствия в притоке жидкости в скважину.

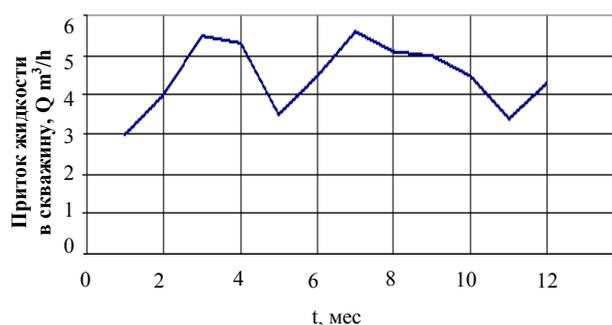


Рис. 1. Графическая зависимость притока жидкости в скважину от времени

С учетом вышеприведенного можно сделать вывод, что приток жидкости в скважину является случайной функцией  $Q(t)$ , т.к. она зависит от неслучайного параметра  $t$  (месяц), а также отсутствие последствия и обладание притоком жидкости в скважину стационарными свойствами указывают на случайность величины притока.

При часто изменяющемся притоке жидкости в скважину или режима водопотребления приходится оперативно регулировать режимы работы насосных установок с целью оптимизации технологического процесса по затратам электроэнергии, а также проанализировать методы и средства управления с целью выбора метода позволяющего оперативно регулировать режимы работы.

Режим работы насосных установок может регулироваться изменением числа работающих агрегатов на один трубопровод, изменением гидравлической схемы насосной установки, изменением частоты вращения рабочих колес всех или отдельных насосов, дросселированием напорной линии, сбросом части воды из напорной во всасывающие. Кроме того, часто данные методы могут использоваться совместно.

Насосные установки могут состоять из нескольких агрегатов, соединенных между собой параллельно, последовательно или смешанно. Изменяя число работающих агрегатов, можем изменять суммарную характеристику насосной установки.

Регулирование режима работы центробежного насоса при помощи дросселирования возможно только в том случае, если насос имеет некоторое превышение напора по сравнению с требуемым значением. В пределах этого превышения осуществляется дросселирование насоса.

В литературных источниках также описывается способ регулирования центробежных насосов впускном небольшого количества воздуха во всасывающую линию насоса.

Количество впускаемого воздуха не должно превышать 10-14% подачи насоса. Впуск воздуха изменяет положение напорной характеристики насоса. Ввод 10% воздуха аналогичен по своему эффекту снижению частоты вращения насоса примерно на 12%. КПД насоса при этом, по данным [4], изменя-

ется незначительно. Данный способ регулирования режима работы не получил распространения в практике водоснабжения, так как при этом возможно нарушение нормального водоснабжения из-за попадания воздуха в сеть трубопроводов и образования воздушных пробок.

Данные способы регулирования, хотя и регулируют режим работы, но не обеспечивают нужной экономичной работы. Более высокую энергетическую эффективность обеспечивают способы управления режима работы электроприводов с помощью регулируемого электропривода [1, 3].

В настоящее время наибольшее распространение применительно к насосным установкам получили два вида регулируемого асинхронного электропривода - параметрический электропривод (тиристорный электропривод с фазным управлением) и частотный электропривод [2].

При параметрическом регулировании в состав электропривода входят асинхронный электродвигатель специальной конструкции и тиристорный регулятор напряжения (ТРН). Снижение частоты вращения осуществляется за счет уменьшения величины приложенного к обмотке статора напряжения и сопровождается потерей мощности в роторе электродвигателя (потери скольжения), а также режим возрастания силы тока статора. По этой причине стандартный асинхронный электродвигатель не может продолжительное время работать на пониженных частотах вращения.

Для параметрического электропривода применяется асинхронный двигатель специальной конструкции - электродвигатель с повышенным сопротивлением обмотки ротора, более эффективной системой вентиляции (как правило - принудительной), более высоким температурным классом изоляции обмотки статора. Параметры схемы замещения такого электродвигателя отличаются от параметров стандартного электродвигателя. Кроме того, при работе с пониженной частотой вращения увеличивается частота тока в роторе электродвигателя и проявляется эффект вытеснения тока. Влияние тиристорного регулятора напряжения на энергетические показатели электропривода проявляется в том, что на обмотку статора электродвигателя подается несинусоидаль-

ное напряжение питания, что приводит к дополнительным потерям мощности. Оценить влияние формы напряжения питания на энергетические показатели электропривода можно только при анализе электромагнитных процессов в электродвигателе, так как момент записания тиристорных зависит от характера изменения тока статора.

Посредством частотного преобразователя практически неизменные сетевые параметры напряжения  $U_1$  и частота  $f_1$  преобразуются в изменяемые параметры  $U_2$  и  $f_2$ , требуемые для системы управления.

В состав частотного электропривода входят стандартный асинхронный электродвигатель и статический преобразователь частоты. Наибольшее распространение в промышленности получили преобразователи частоты со звеном постоянного тока, состоящие из неуправляемого выпрямителя и инвертора. В качестве силовых элементов инвертора (ключей) используют запираемые тиристоры или IGBT - транзисторы. Управление «ключами» инвертора осуществляется при помощи микропроцессорных систем. Энергетические показатели частотно регулируемых электроприводов во многом определяются законом управления «ключами» инвертора.

При частотном регулировании обеспечивается перемещение рабочей точки насоса по характеристике трубопровода, а не насоса. Соответственно при регулировании насоса путем изменения частоты вращения обеспечивается минимально возможное энергопотребление насоса.

Кроме того, на основе частотного управления режимом работы насосных установок можно реализовать различные автоматизированные структуры управления, обеспечивающие энергоэффективный режим работы электропривода. Например, для погружных насосных установок можно реализовать автоматическую структуру управления, обеспечивающую энергоэффективный режим работы в зависимости от уровня жидкости в скважине при помощи введения обратной связи по уровню. Регулирование уровня жидкости в скважине на максимальной отметке позволит уменьшить статический напор, развиваемый насосным агрегатом, соответственно обеспечит максимальную производительность при минимальном потреблении электроэнергии.

#### Список литературы:

1. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках. - М.: Энергоатомиздат, 2006 г. - 360 с.
2. Чуриков А.М. Анализ энергетических характеристик регулируемого электропривода переменного тока центробежных насосов: Афтореф. дис. ... канд. техн. наук. - М., 1998. - 26 с.
3. Лезнов Б.С. Рекомендации по применению регулируемого электропривода в системах автоматического управления водопроводных и канализационных насосных установок. М.: ВНИИ ВОДГЕО. 1987.
4. Пфлейдерер К. Центробежные и пропеллерные насосы. - М.: ОНТИ, 1937.
5. Розенберг В.Я., Прохоров А.И.. Что такое теория массового обслуживания. - М.: Советское радио, 1965. - 254с.

## ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Пашахаев Ю.Н., главный механик рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК

Все дальше в глубь истории уходят события, связанные со строительством и становлением предприятия, ставшего гордостью нашей страны. Они будут привлекать внимание различных исследователей - ученых, журналистов, писателей, написано и еще будет написано множество книг об удивительном комбинате и его замечательных людях.

Главной задачей созданного более 50 лет назад комбината было освоение крупного уранового месторождения с неизвестным ранее типом оруденения, расположенного в знойных песках Центральных Кызылкумов.

В 1958 г. было открыто золоторудное месторождение Мурунтау. Строительство предприятия на базе месторождения Мурунтау началось в августе 1964 г. Оно осуществлялось хозяйственным способом, для чего в составе комбината было создано Зарафшанское управление строительством. В 1967 г. началась разработка месторождения Мурунтау открытым способом. За все годы своего существования коллектив карьера Мурунтау стабильно обеспечивал рудой необходимого качества Гидрометаллургический завод №2, который, в свою очередь, стабильно выполнял государственные планы по выпуску золота.

В конце 60-х гг. на карьере начался монтаж горного оборудования и устройство ремонтной базы. Разгрузка прибывающей техники велась на строительной площадке будущего завода в железнодорожном тупике. В 1967 г. железнодорожные пути были доведены до станции Прикарьерная, что позволило доставлять грузы непосредственно к карьере, и облегчило монтаж горных машин.

Почти 12 лет карьер выдавал миллионы кубов руды и пустой породы, не имея элементарных условий для ремонта оборудования и, наконец, появилась стационарная ремонтная база. В конце 1979 г. сдан в эксплуатацию цех по ремонту горного оборудования, который долгое время называли «Ангар».

ЦРГО - основной цех не только рудника, но и всего предприятия. В 1985 г. была произведена реорганизация цеха: созданы участки текущих и капитальных ремонтов экскаваторов, ремонта и монтажа буровых станков, ремонта электрооборудования, освоена новая технология - наплавка зубьев ковшей экскаваторов. Капитальный ремонт экскаваторов ведется специализированной бригадой в условиях, близких к заводским. Каждый год цех проводит модернизацию горного оборудования. В процессе эксплуатации горного оборудования систематически улучшаются условия работы для машинистов экскаваторов и буровых станков: проводится модернизация дополнительных площадок к кузову экскаватора и монтажных люков для удобства использования и создания дополнительного притока воздуха, вентиляции машинного отделения в летний период во избежание перегрева электромашин; для безопасности обслуживания отдельных узлов и механизмов (рис. 1).

В апреле 2007 г. были введены в эксплуатацию 4 новых экскаватора типа ЭКГ-10 для обновления экскаваторного парка на ППК. В 2006 г. на площадку ЦРГО начало поступать оборудование нового экскаватора типа ЭКГ-8У. В кратчайшие сроки был произведен монтаж экскаватора специалистами цеха и введен в эксплуатацию в июне. В 2007 г. было принято решение реконструкции этого экскавато-



Рис. 1. Замена рабочего оборудования ЭКГ

ра путем замены рабочего оборудования с объемом ковша 8 м<sup>3</sup> на 15 м<sup>3</sup>.

В целях повышения производительности за счет сокращения времени на вспомогательные операции при сборе-разборе бурового става и улучшения работы гидросистемы бурового станка было принято техническое решение на частичную модернизацию гидравлической системы и клапанного распределителя маслостанции бурового станка СБШ-250 МНА32 путем применения шестеренчатого насоса НШ-250 и изменения конструкции распределительной плиты. В дальнейшем планируется реконструкция экскаваторов типа ЭКГ-15 старого образца с четырехрядной ходовой телегой на двухрядную для маневренности при передвижении в забоях.

Модернизация ходовой тележки содержит новое техническое усовершенствование вместо ранее выпускаемых. В конструкцию экскаватора внесены следующие технические инновации, учтенные при ранее направленных предложениях специалистами технических служб рудника Мурунтау для увеличения прочности и долговечности металлоконструкций экскаватора.

Таким образом, комплекс выполняемых ремонтных работ ЦРГО, а также модернизация узлов и механизмов позволяет поддерживать ритмичную работу горного оборудования карьера Мурунтау в исправном состоянии для достижения высоких производственных результатов.

УДК 622

© Мисерханов В.М., Шeko E.П., Боровских С.В. 2012 г.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Мисерханов В.М.**, главный энергетик рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК; **Шeko E.П.**, зам. главного энергетика рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК; **Боровских С.В.**, зам. главного энергетика рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК

Карьер Мурунтау относится к большим энергоёмким предприятиям, установленная мощность электрооборудования составляет 800000 kW, а годовое потребление электроэнергии 1103000000 kW·h. Общая протяженность воздушных линий электропередач 6-0,4 kV составляет 70 km, кабельных линий электропередач 6 kV – более 20 km, а на 0,4 kV более 10 km.

Взяв за основу направления программы энергосбережения, принятой в действие на заседании объединенной коллегии при Министерстве макроэкономики и статистики Республики Узбекистан, на карьере Мурунтау ведутся работы по выполнению организационно-технических мероприятий, направленных на сокращение энергоёмкости производства. Приоритетным направлением на карьере Мурунтау является повышение эффективности и модернизация действующего парка технологических агрегатов, силовых машин и оборудования, освоена эксплуатация принципиально новых систем управления (экскаваторов, буровых станков).

С 2006 г. на карьере были введены в эксплуатацию 10 одноковшовых экскаваторов с принципиально новым поколением систем управления (СУ) главными электроприводами системы «генератор-

двигатель». Сущность и достигаемые при этом преимущества новой системы управления электроприводами и электронного оборудования базируются на специфических особенностях оригинальной цифровой СУ ведущих в данной области производителей.

Применённые некоторые принципиальные структурные изменения в экскаваторных приводах, являющиеся в настоящее время «ноу-хау». К примеру, применение контроллера состояния оборудования, который в зависимости от характера отказа электрооборудования отключает цепи управления приводами мгновенно либо с выдержкой времени, позволяет снизить эксплуатационные затраты по потреблению электроэнергии и улучшает динамические характеристики приводов. Также полностью исключены специальные формирователи гибких обратных связей в СУ с одновременным повышением динамической устойчивости системы и снижением влияния помех и наводок на ее работу, что, в свою очередь, позволяет увеличить надежность СУ и одновременно сокращает число повреждений в механических узлах экскаватора.

Повышение эффективности и модернизация действующего парка технологических агрегатов, силовых машин и оборудования коснулось и парка буро-

вых станков рудника. С 2007 г. было приобретено 2 буровых станка в качестве электропривода вращателя бурового става, на котором применены системы частотный преобразователь – асинхронный двигатель, что позволило снизить эксплуатационные затраты на работу привода. На данное время произведена модернизация на большей части эксплуатируемых станков СБШ-250 МНА, произведен монтаж частотно-регулируемых электроприводов на основе преобразователей частоты фирмы «KEB Antiebstechnik».

Программа повышения эффективности потребления энергоресурсов коснулась и вспомогательных процессов, таких как освещение территории карьеров и отвалов. Так, с 2007 г. на руднике началась массовая замена осветителей, выполненных на ксеноновых лампах типа ДКСТ-20000 на осветители с натриевыми лампами высокого давления типа ДНАТ-1000, что позволяет снизить энергопотребление в 4 раза при том же световом потоке. В настоящее время ведется работа по замене и других осветителей, например, выполненных на галогенных лампах типа КГ-5000.

В перспективах намечено применение общепромышленных светодиодных светильников как для освещения производственных помещений, так и для использования их на горно-транспортном оборудовании. Применение светодиодных источников света позволяет сократить расходы на обслуживание, т.к. срок службы светодиодов составляет порядка 100000 часов. Светодиодный источник света при одинаковой освещенности потребляет до десяти раз меньше энергии, чем лампа накаливания. Направленность светового потока позволяет приблизить КПД светильника к 100%, что так сказывается на энергосбережении. Отсутствие ртути как в корпусе, так и в светодиодах делает утилизацию светильника простой и безопасной для окружающей среды. Мгновенный пуск светильника и его выход на заданную мощность, высокие показатели освещенности, близость освещения к естественному, сила света, не меняющаяся во всем диапазоне питающих напряжений, высокий индекс цветопередачи, обеспечивающий лучшую видимость и контрастность, а также отсутствие стробоскопического эффекта (мерцание) делают светильники незаменимым на производстве.

Не менее важным приоритетным направлением на карьере Мурунтау является внедрение более современных схем энергопотребления. Для крупных карьеров наиболее экономичной и надежной является система электроснабжения с применением глубоких вводов, по которой магистральные сети с большим сечением проводников максимально приближены распределительным пунктом к центру нагрузки потребителей электроэнергии. Эта задача чрезвычайно важна на настоящем этапе интенсивного развития открытых горных разработок в карьере Мурунтау.

Максимальное приближение распределительного пункта, насколько это позволят горнотехнические условия, к центрам нагрузок в чашу карьера позволит построить экономичную и надежную систему электроснабжения:

- уменьшаются потери энергии, отклонения напряжения, зона аварий;
- сокращается протяженность сетей вторичного напряжения;
- облегчается и удешевляется развитие инфраструктуры электроснабжения.

В результате чего, учитывая перспективный план развития горных работ на карьере Мурунтау, в последние годы выполнены работы по устройству распределительных пунктов на северном борту карьера и в районе интенсивной разработки - карьера Мюntenбай.

Таким образом, реализация программы по снижению энергоемкости производства на карьере Мурунтау осуществляется путем:

- модернизации парка горного оборудования;
- внедрения энергоэффективных систем управления приводами;
- применения энергосберегающих источников освещения;
- построение грамотных и экономичных схем энергоснабжения.

В современных условиях роста стоимости топливно-энергетических ресурсов особую актуальность приобретает оценка энергетической эффективности промышленных технологий. Расход энергии является универсальным показателем, определяющим, в конечном итоге, эффективность всего производства. Особое значение энергетический анализ имеет для горной промышленности, характеризующейся значительной удельной энергоёмкостью различных видов транспорта, где преимущественно высокая энергетическая эффективность принадлежит конвейерному транспорту, что объясняется большими углами подъёма трасс и отсутствием энергозатрат на подъём верхней ветви ленты ввиду равной её массы с опускающейся нижней ветвью. Энергетическая эффективность конвейерного транспорта ( $\eta_k=15,4\div 21,5\%$ ) в 2,4÷3,0 раза выше, чем автомобильного ( $\eta_k=6,5\div 7,5\%$ ). Так, в 2010-2011 гг. на северно-восточном борту карьера Мурунтау смонтирован комплекс ЦПТ-руда на базе уникального крутонаклонного конвейера КНК-270/3500 производительностью 3500 t/h, осуществляющий приём дроблёной горной массы от дробильно-перегрузочной установки ДПУ-2000/3500 и подачу её на высоту 270 m, под углом 37° с непрерывной прямоточной перегрузкой на складской конвейер КС-3500, являющийся составной частью оборудования погрузочно-складского комплекса, который, в свою очередь, доставляет горную массу на погрузчик-штабелеукладчик скальный ПШС-3500, который совместно с тележкой перегрузочной, перемещаясь

вдоль складского конвейера, обеспечивает непрерывную погрузку руды в думпкары, расположенные на двух железнодорожных колеях, а при отсутствии думпкаров, под погрузку-укладку руды в штабель склада. Уже первый пробный пуск ЦПТ-руда состоялся 28 декабря 2010 г., а передача в обкатку и опытную эксплуатацию состоялась 17 марта 2011 г., промышленная эксплуатация начата с 21 июня 2011 г.

Установленная мощность комплекса составляет 7486 kW. В качестве высоковольтных коммутационных устройств применены камеры одностороннего обслуживания КСО-399 m с вакуумными выключателями типа ВВ/TEL-10, схема управления и защиты камер КСО-399 m реализована на базе микропроцессорных устройств МРЗС-05.

Для привода грузонесущей ленты применены шесть асинхронных электродвигателя с фазным ротором АКЗ-13-62-8У2, 630 kW, 740 об/м, 6 kV с плавным пуском и равномерным темпом разгона шести двигателей на УПТФ-800МК УХЛЗ, для привода прижимной ленты применены два асинхронных электродвигателя с фазным ротором АКЗ-13-62-8У2, 630 kW, 740 об/м, 6 kV с плавным пуском и равномерным темпом разгона двух двигателей на УПТФ-800МК УХЛЗ. Технические решения по электроприводу обеспечивают: совместный плавный пуск и работу двух лент, перераспределение нагрузки между всеми двигателями; дискретную и плавную корректировку скорости прижимной ленты для синхронизации совместного движения лент. В процессе наладки относительная скорость двух лент находилась на уровне до 3 mm/s, т.е. скольжение составляет менее 0,1%.

Уникальным в своём роде является ПШС-3500, имеющий заводской номер «№1», оснащённый по последнему слову техники, управляемый с кресла-пульта, с отображением информации всех режимов работы на дисплее весового терминала и бортового компьютера. Схема погрузчика предусматривает работу в местном, дистанционном ручном и автоматизированном режимах, работа последнего контролируется ультразвуковыми датчиками прохождения думпкаров и датчиком линейного перемещения (энкодер), определяется положение думпкаров по отношению к погрузочному бункеру ПШС-3500. При заполнении думпкара и подходе к следующему, по сигналам датчиков прохождения вагонов, релейному сигналу системы измерения массы загружаемого материала 100%, закрывается шибер бункера, после чего сбрасывается показание счётчика загружаемой массы и включается передвижение погрузчика на переезд междумпкарного пространства с максимальной скоростью. Остановка механизма хода до скорости погрузки осуществляется по сигналам ультразвуковых датчиков прохождения вагонов. Одновременно с началом торможения открывается

шибер бункера и производится загрузка думпкара. При загрузке последнего думпкара и отсутствии другого, незагруженного состава на параллельной колее, шибер загрузочного бункера закрывается, а поперечный конвейер включается (реверсируется) для погрузки горной массы на штабель. Для исключения так называемого «человеческого фактора» данный алгоритм операций действует при погрузке вручную, если машинист вдруг «прозевает».

Система управления АСУ «ЦПТ-руда» полностью компьютеризирована от нижнего до верхнего уровня. Она имеет множество диагностических средств, которые помогают как при технологических режимах работы, так и при запусках комплекса, отыскании неисправностей в случаях аварийной остановки, даёт богатый материал для учета и анализа работы оборудования и персонала.

Наблюдение за состоянием и ходом технологического процесса, а также управление, вплоть до запуска отдельного привода на машинах комплекса, осуществляется с экрана компьютера в центральном пункте управления ЦПУ и операторских панелей с графическим дисплеем в кабинах ДПП и ПШС. Предусмотрен новый вид остановки линии – прямоточная программная, т.е. не против потока, а от места его формирования до полной разгрузки каждого конвейера. В результате вся линия освобождается от горной массы и облегчается следующий пуск, что особенно важно для КНК с его приводами мощностью 5000 kW. Сохранена и экстренная противоточная остановка для тех случаев, когда прямоточная программная остановка недопустима (например, от аварийного тросового выключателя).

Все операции фиксируются в журнале событий программируемых логических контроллеров ПЛК и компьютерах центрального пункта управления ЦПУ, что позволяет восстанавливать ретроспективу предшествовавших событий. При отказе составных частей АСУ выполняется ее самодиагностика, по результатам которой указывается конкретный элемент, подлежащий восстановлению. Обслуживающий персонал имеет ограничения по доступу к имеющимся функциям в соответствии со своей квалификацией и должностными обязанностями.

Очень наглядными и полезными для оптимизации работы групповых электроприводов из 8-ми двигателей, оборудования и всей технологии оказались тренды, которые графически в масштабе отражают наиболее важные процессы в текущее время и в прошлые смены на протяжении более месяца.

По высоте подъема горной массы крутонаклонным конвейером, производительности и перегрузке на поверхности непосредственно в ж.д. транспорт без дополнительной перевалки ЦПТ-руда карьера Мурунтау является в настоящее время крупнейшим инженерным сооружением и не имеет аналогов в мировой практике открытых горных работ.

## РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Рахмонов Ф.Н., ассистент кафедры «Электроснабжение» НГГИ

Устойчивое развитие Узбекистана во многом обусловлено устойчивостью развития энергетики, которая является системообразующей отраслью любого региона. От правильности выбранной стратегии инвестиций в энергетику зависит устойчивость развития региона и чистота окружающей среды в широком ее понимании.

Современное состояние экономики республики, структурная перестройка отраслей деятельности во всех регионах, высокий фактор неопределенности в финансовой и инвестиционной политике делают практически невозможным централизованное планирование развития систем энергоснабжения.

Рассмотрим это применительно к ситуации в энергетике на данный момент и с учетом имеющихся в регионах энергетических мощностей, опыта их эксплуатации, современных технологий электрификации и теплоснабжения потребителей (от частного дома до крупного производства).

В работе с потребителями особенно важно показать все возможные варианты энергоснабжения при максимальном использовании местных ресурсов - естественно, с технико-экономическими и экологическими оценками этих вариантов [1-3].

В настоящее время наблюдается неуклонный рост цен на топливо непосредственного использования. В сложившейся ситуации приходится искать пути надежного энергоснабжения потребителей с наименьшей зависимостью от монополистов топливно-энергетического комплекса. Такие пути есть в каждом регионе и, как правило, их спектр довольно широк. От моторостроительных предприятий авиационной и других отраслей оборонной промышленности поступают многочисленные предложения об использовании для производства электроэнергии и тепла новых типов энергетических установок.

Осуществление среднесрочных планов энергоснабжения регионов должно быть рассчитано на современный парк действующего оборудования. К решению проблемы энергоснабжения с наименьшими издержками и экологическими последствиями для регионов могли бы быть привлечены знания и опыт энергоснабжающих компаний и предприятий оборонного комплекса. Существенно расширить возможности надежного энергоснабжения, активного энергосбережения и, во многих случаях, решения региональных проблем охраны окружающей среды позволит детальное изучение отдельных технологий у потребителя при разработке региональных программ развития энергетики.

Конкретные технологии различных производств каждого данного региона характеризуются конкретным спектром и объемами выбросов и, следовательно, тре-

буют определенных методов их очистки и определенного количества необходимых на это энергетических и материальных затрат. Кроме того, выбросы при сжигании одного и того же топлива оказывают разное воздействие на природу в зависимости от физико-географического положения региона.

Сейчас, когда появились разные формы не только собственности, но и основных средств на развитие (собственные средства), важно не упустить шанс действительно выполнить структурную перестройку энергетики, что позволит на деле осуществить широкомасштабное внедрение во многие отрасли и отдельные технологии малой энергетики, о реальности и возможностях применения которой так много написано в последнее время.

В принципе все обычно соглашаются и признают, что возможности многочисленных возобновляемых источников энергии (ВИЭ) продемонстрированы достаточно убедительно, однако многие из тех, от кого зависит стратегия развития энергетики, все еще не верят, что нетрадиционные источники в состоянии привести к заметному сокращению использования ископаемых видов топлива в ближайшие десятилетия. Мировой опыт подтверждает возможность широкого внедрения ВИЭ.

Так, власти штата Мэн (США) использовали конкурсную систему нормирования цен не только для энергосберегающих технологий, но и для поддержки использования ВИЭ.

Большие возможности для создания самостоятельных энергоснабжающих компаний появляются в связи с успешным внедрением парогазовых (ПГУ) и газотурбинных (ГТУ) установок. По данным фирмы ASEA BROWN BOVERI (ABB) в последние 2-3 года мощность ПГУ, заказываемых ежегодно во всем мире, достигла 25 млн. kW.

Одновременно за рубежом сформировалась тенденция развития децентрализованного производства электроэнергии владельцами частных электростанций малой и средней мощности с широким применением высокоавтоматизированных установок для комбинированного производства электроэнергии и тепла (ТЭЦ).

Среди них также наибольшее распространение получили теплофикационные ГТУ и ПГУ единичной мощностью от 0,2 до 40 MW, создаваемые на базе современных газовых турбин с начальной температурой газов 1100÷1300°C.

Особое внимание следует уделить энергетическим установкам на биогазе, на основе которых может быть обеспечено не только бесперебойное газо- и теплоснабжение, но и различные варианты электрификации

села. Навоз, канализационные стоки, отходы бытовые, переработки сельскохозяйственной и пищевой промышленности, кожевенных предприятий, лесопильных производств и др. образуются постоянно и доставляют администрации любого региона немало хлопот, экологических и финансовых проблем по их устранению. Вместе с тем они составляют местный энергоресурс, поскольку во многих странах разработаны, опробованы и внедрены способы и установки различной мощности для извлечения биогаза из отходов и выработки тепла и электроэнергии, причем изготовление этих установок не требует больших материальных затрат. В условиях дефицита и высоких цен на топливо эти установки позволяют экономить топливо непосредственного использования, практически снимают проблемы его транспорта и помогают освободиться от свалок, занимающих большие земельные площади, и от, убивающих все живое, навозных потоков. В последнее время стало известно о выполняемых за рубежом исследованиях, посвященных созданию низкотемпературных генераторов на биохимическом электролите. При этом КПД низкотемпературных генераторов уже сейчас оценивается в 80-85% (теоретически до 95%). Генераторы могут работать на природном газе (в том числе на нефтяном, на сбросных газах нефтеперерабатывающих заводов, на метане, образующемся в результате предварительной дегазации угольных пластов), а также на биогазе, получаемом в процессе переработки сельскохозяйственных и других отходов.

В настоящее время сохраняется опасность диктата монополии производителя электроэнергии и тепла в регионе, поскольку у потребителя пока практически нет возможности выбирать источник энергоснабжения, объем и режим энергопотребления, тариф на электроэнергию и тепло и др.

Может затруднить решение этого вопроса увеличение банковских процентов и соответствующий сдвиг конъюнктуры инвестиций в сторону капиталоемких мероприятий с небольшим сроком окупаемости; резкое уменьшение объемов централизованного финансирования строительства объектов теплоснабжения.

Последнее время во всех странах идет борьба за сокращение эмиссии парниковых газов, основную долю которых дают энергетические установки на органическом топливе.

Одно из направлений решения проблемы парниковых газов - увеличение доли ВИЭ в общемировой структуре энергоснабжения.

Потепление климата (рассматриваемое в большинстве случаев как положительный фактор), несомненно, затронет сферу как потребления электрической и тепловой энергии, так и, естественно, их про-

изводства во всех регионах. Потребуется корректировка региональных планов развития, в том числе - планов развития энергосистем, ориентированных, в основном, на уровни потребления электроэнергии и тепла конкретными потребителями, а также на конкретные технологии производства с их режимными требованиями, которые приходится учитывать (и делать это на региональном уровне значительно легче). Необходимо детально просмотреть все звенья потребления электроэнергии, тепла и топлива у различных потребителей в регионе, так как только в регионе достоверно известен набор существующих технологий во всех отраслях экономики.

Децентрализованный характер и гибкость инвестиций в повышение энергоэффективности у потребителя делает эти инвестиции принципиально перспективными, т.к. инвестиции в энергосбережение у потребителей менее рискованы, чем в строительство новых теплоэлектростанций.

Потребности в энергии зависят от изменяющейся структуры промышленного производства, учесть которую на региональном уровне тоже значительно легче. Это относится также к сельскому хозяйству, к сфере услуг, к транспорту и к жилому сектору.

Возрастающая стоимость энергии будет ограничивать бюджет, сдерживать производственную активность до тех пор, пока не появятся инвестиции, имеющие целью снижение затрат на энергию.

Региональные вопросы охраны окружающей среды должны решаться совместно с администрацией регионов, районными энергетическими комиссиями, главными энергетиками предприятий и, естественно, местными органами охраны природы и санэпидемстанциями. Очень важно, чтобы потребителю был предоставлен свободный доступ к экологической информации. Только в регионе (с учетом особенностей его физико-географического положения и экологической емкости природы) можно обеспечить введение разумных природоохранных ограничений и обоснованных нормативов на экологически безопасное ведение хозяйственной и иной деятельности.

Переход планирования развития энергетики в основном на принцип самосбалансированности позволит решить и ряд социальных проблем, связанных с демографической и экологической ситуацией в регионе.

Таким образом, развитие энергетики решающим образом зависит от определения приоритетных направлений инвестиционной политики. Разумная энергетическая политика и правильное вложение инвестиций в энергетику обеспечат в большинстве районов нормальное функционирование и других отраслей.

#### Список литературы:

1. Литвак В.В., Силич В.А., Яворский М.И. Региональный вектор энергосбережения. – Томск: STT, 1999. – 320 с.
2. Куперман Л.И., С.А. Романовский, Л.Н. Сидельковский. Вторичные энергетические ресурсы и энерготехнологическое комбинирование в промышленности. Киев, Вища школа, 1986.
3. Сазонов Б.В., В.И. Ситас. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий. М. Энергоатомиздат, 1990.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЯ ДОПУСТИМОЙ МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Мислибоев И.Т., декан горного факультета НГГИ, канд. пед. наук; Таджиев Ш.Т., ассистент кафедры «Горное дело» НГГИ; Кобилов О.С., ассистент кафедры «Горное дело» НГГИ

Для определения скорости движения воздуха по выработке необходимо знать количество воздуха, проходящее через данную выработку и размеры сечения, через которое это количество воздуха проходит (вентиляционное сечение выработки).

В подземных рудниках скорость движения струи воздуха не должна превышать следующих значений:

а) в очистных и подготовительных выработках - 4 м/с;

б) в квершлагах, вентиляционных и главных откаточных штреках, капитальных бремсбергах и уклонах - 8 м/с;

в) в остальных выработках - 6 м/с;

г) в воздушных мостах (кроссингах) и главных вентиляционных штреках - 10 м/с;

д) в стволах, по которым производятся спуск и подъем людей и грузов, - 8 м/с;

е) в стволах, служащих только для подъема и спуска грузов, - 12 м/с;

ж) в стволах, оборудованных подъемными установками, предназначенными для подъема людей в аварийных случаях и осмотра стволов, а также в вентиляционных каналах - 15 м/с;

з) в вентиляционных скважинах и восстающих, не имеющих лестничных отделений, скорость воздушной струи не ограничивается.

Общее количество воздуха, необходимое для проветривания рудника,  $Q$ , должно быть не меньше величины, рассчитанной по каждому из следующих факторов [1]:

1. По максимальному числу людей, одновременно находящихся в руднике:

$$Q_{л} = 6 \cdot n_{л} \cdot K_{з}, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (1)$$

где 6 - норма расхода воздуха на человека,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;

$n_{л}$  - максимальное число людей, одновременно находящихся в руднике;

$K_{з}$  - коэффициент запаса, который принимается равным 1,3÷1,65.

Максимальное число людей, одновременно находящихся в руднике, рассчитывается по формуле:

$$n_{л} = \frac{AK_{н}}{T_{р} t_{см} \Pi_{р}}, \text{ чел.}, \quad (2)$$

где  $K_{н}$  - коэффициент неравномерности выхода рабочих в смену (принимается равным 1,05÷1,10);

$T_{р}$  - число рабочих дней в году;

$t_{см}$  - число рабочих смен в сутки;

$\Pi_{р}$  - производительность труда подземного рабочего,  $\text{т}/\text{см}$ ;

$A$  - годовая производительность рудника,  $\text{т}$ .

2. По количеству взрывчатых газов, выделяющихся в шахте:

- для шахт I-III категорий:

$$Q_{г} = q_{н} A_{г.м} K_{з}, \quad (3)$$

где  $q_{н}$  - нормативное количество воздуха на  $1 \text{ м}^3$  горной массы,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;

$A_{г.м}$  - суточная производительность рудника по горной массе,  $\text{м}^3$ ;

$K_{з}$  - коэффициент запаса необходимого количества воздуха.

В табл. 1 показаны значения  $q_{н}$  в зависимости от категории шахты по газоопасности. Суточная производительность рудника по горной массе определяется по формуле:

$$A_{г.м} = \frac{A}{\gamma_{р} T_{р}} + \frac{A_{п}}{\gamma_{п} T_{р}}, \quad (4)$$

где  $A_{п}$  - количество выдаваемой за год породы,  $\text{т}/\text{год}$  (обычно 10÷20% от производственной мощности рудника);

$\gamma_{р}$  и  $\gamma_{п}$  - плотность, соответственно, руды и породы,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;

- для сверхкатегорийных шахт:

$$Q_{г} = \frac{q_{г} A_{г.м} K_{з}}{14,4 c_{г}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (5)$$

где  $q_{г}$  - коэффициент газообильности рудника на  $1 \text{ м}^3$  горной массы;

Таблица 1

Зависимость  $q_{н}$  от категории шахты по газоопасности.

Категория шахты	Нормативное количество воздуха $q_{н}$ на $1 \text{ м}^3$ горной массы, $\text{м}^3/\text{мин}$
I	1,4
II	1,75
III	2,1
Сверхкатегорийная	Не менее 2,1

$c_0$  - допустимая концентрация газа по максимальному содержанию окиси углерода ( $c_0=0,008\%$ ) в исходящей струе (примечание. Для некатегорийных шахт данный расчет не производится).

3. По расходу взрывчатого вещества (ВВ) (табл. 2-4):

$$Q_{\text{ВВ}} = \frac{100 J_{\text{ВВ}} M_{\text{ВВ}}}{t_n c_d}, \text{ m}^3/\text{min}, \quad (6)$$

где  $J_{\text{ВВ}}$  - газовость ВВ,  $\text{m}^3/\text{kg}$  (в пересчете на условную окись углерода);

$M_{\text{ВВ}}$  - масса одновременно взрывающегося ВВ,  $\text{kg}$ ;

$t_n$  - продолжительность проветривания после взрыва,  $\text{min}$  (обычно не более 30  $\text{min}$ ).

В соответствии с ЕПБ в расчетах должно приниматься максимальное количество одновременно взрывающегося ВВ, величина которого равна:

а) всему количеству ВВ, расходуемому в двухчасовом междуменном перерыве с проведением взрывных работ в течение 30  $\text{min}$ . При этом расходуемое на протяжении смены ВВ (вторичное дробление, проходка отдельных выработок и др.) в указанный расход не включается, если оно меньше количества ВВ, взрывающегося в указанный перерыв.

Количество ВВ, расходуемое на протяжении смены, определяют по формуле:

$$M_{\text{ВВ}} = \frac{A_{\text{см}}}{\gamma_p} q_I, \text{ kg}, \quad (7)$$

где  $A_{\text{см}}$  - сменная производительность рудника,  $\text{t}/\text{см}$ ;

$q_I$  - удельный расход ВВ,  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

Сменная производительность рудника определяется по формуле:

$$A_{\text{см}} = \frac{A}{T_p n_d}, \text{ t}/\text{см}, \quad (8)$$

где  $n_d$  - число добычных смен в сутки.

Удельный расход ВВ принимается в зависимости от крепости руды (табл. 3);

б) при 6÷7-часовой смене, когда максимальным количеством взрывающегося ВВ на протяжении смены является расход на вторичное дробление и на проходку выработок, в расчетах следует принимать  $1/3$  этого ВВ (при условии, что данное количество ВВ больше расходуемого в течение междуменного перерыва). Расчет количества ВВ рекомендуется производить по формуле:

Коэффициент крепости, f	Удельный расход ВВ, $\text{kg}/\text{m}^3$
2-6	0,17
6-8	0,175
8-10	0,18

$$M_{\text{ВВ}} = \frac{1}{3} (A_{\text{см}} q_{II} + A_{\text{см}}^B q_B), \text{ kg}/\text{см}, \quad (9)$$

где  $q_{II}$  - удельный расход ВВ на вторичное дробление,  $\text{kg}/\text{t}$ ;

$A_{\text{см}}^B$  - среднесменный объем горной массы, отбиваемый при проходке выработок,  $\text{m}^3$ ;

$q_B$  - удельный расход ВВ при проходке выработок,  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

Удельный расход ВВ на вторичное дробление учитывается при скважинной отбойке и зависит от крепости руды. В табл. 2 показаны пределы изменения величины удельного расхода.

Среднесменный объем горной массы, отбиваемый при проходке выработок, рассчитывается по формуле:

$$A_{\text{см}}^B = \frac{(0,1 \div 0,2) A}{T_p n_{\text{см}} \gamma_p}, \text{ m}^3/\text{см}, \quad (10)$$

где  $q_B$  - удельный расход ВВ при проходке выработок,  $\text{kg}/\text{m}^3$  (зависит от крепости руды, типа ВВ, площади забоя).

В табл. 4 показаны пределы удельного расхода ВВ при площади забоя  $10 \div 12 \text{ m}^2$ ;

в) при трех- и четырехчасовом междуменном перерыве и условии, что взрывные работы будут закончены в течение часа после начала перерыва, - все количество ВВ, расходуемое в течение междуменного перерыва. В этом случае время на разжижение ядовитых продуктов взрыва до 0,008% по объему при пересчете на окись углерода может быть принято равным 60  $\text{min}$ .

4. По пылевыведению при производственной мощности рудника соответственно до 0,9 млн.  $\text{t}/\text{год}$  и более:

$$\begin{aligned} Q_n &= 90 + 46,5 A; \\ Q_n &= 195 A, \text{ m}^3/\text{s}, \end{aligned} \quad (11)$$

где  $A$  - производственная мощность рудника, млн.  $\text{t}/\text{год}$ .

5. По разбавлению выхлопных газов, выделяемых машинами с двигателями внутреннего сгорания, до санитарных норм:

$$Q_M = 6,8 W_M N_M, \text{ m}^3/\text{min}, \quad (12)$$

где 6,8 - нормативное количество воздуха на 1  $\text{kWt}$  мощности двигателя,  $\text{m}^3/\text{min}$ ;

$W_M$  - мощность двигателя,  $\text{kWt}$ ;

$N_M$  - число машин с двигателями внутреннего сгорания, шт.

При выборе способа вскрытия, предусматривающего выдачу руды и породы автосамосвалами, их количество  $N_{\text{ac}}$  рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{ac}} = \frac{A + A_n}{T_p n_{\text{см}} P_{\text{ac}}}, \text{ шт.}, \quad (13)$$

где  $P_{\text{ac}}$  - сменная производительность автосамосвала,  $\text{t}/\text{см}$ .

Сменную производительность автосамосвала рекомендуется рассчитывать по формуле [2]:

$$P_{ac} = V_k k_n k_r \frac{\gamma}{k_p} \frac{T_{cm} - T_{пз}}{t_p}, \text{ t/cm}, \quad (14)$$

где  $V_k$  - вместимость кузова,  $m^3$ ;  
 $k_n$  - коэффициент наполнения кузова ( $k_n=0,95\div 1,2$ );  
 $k_r$  - среднестатистический коэффициент использования грузоподъемности машины ( $k_r\approx 0,8\div 0,95$ );  
 $k_p$  - коэффициент разрыхления руды;  
 $T_{cm}$  - продолжительность смены, min;  
 $T_{пз}$  - время на подготовительно-заключительные операции, min ( $40\div 50$  min);  
 $t_p$  - продолжительность рейса, min.

Продолжительность рейса определяется по формуле:

$$t_p = t_n + t_{разг} + t_{ож} + k_d (t_z + t_n), \text{ min}, \quad (15)$$

где  $t_n$  - нормативная продолжительность загрузки автосамосвала, min;

$t_{разг}$  - продолжительность разгрузки автосамосвала, мин ( $t_{разг}=1,5\div 1,8$  min);

$t_{ож}$  - время ожидания у мест погрузки или разгрузки, мин ( $2\div 4$  min);

$k_d$  - коэффициент неравномерности движения ( $k_d\approx 1,1$ );

$t_z$  и  $t_n$  - время движения, соответственно, грузовой и порожней машины, min.

Продолжительность загрузки автосамосвала рассчитывается по формуле:

$$t_n = \frac{V_k k_n}{P_n},$$

где  $P_n$  - техническая производительность погрузочной машины или установки,  $m^3/\text{min}$ .

Общее время движения грузовой и порожней машины ориентировочно составляет:

$$T_d = \frac{0,12 L_{тр}}{v_{cp}}, \text{ min},$$

где  $L_{тр}$  - длина трассы, m;

$v_{cp}$  - средняя скорость движения автосамосвала, km/h ( $10\div 12$  km/h).

Длина наклонного автосъезда  $L_{ac}$  определяется по формуле:

$$L_{ac} = L_n + n_n l_n, \text{ m},$$

где  $L_n$  - длина наклонного участка автосъезда, m;

$n_n$  - количество горизонтальных участков длиной не менее 40 m или поворотов наклонного съезда, которые планируют закладывать через каждые 600 m, шт.;

$l_n$  - длина горизонтального участка или поворота автосъезда, m.

Длина наклонного участка автосъезда определяется по формуле:

$$L_n = \frac{H_{ac}}{\sin \alpha},$$

где  $H_{ac}$  - перепад между верхней и нижней высотными отметками автосъезда, m;

Таблица 3

Удельный расход ВВ в зависимости от крепости руды

Коэффициент крепости, f	Удельный расход ВВ, kg/m <sup>3</sup>
< 4	0,3
4–6	0,5
7–9	0,8
10–14	1,0
15–18	1,4
19–20	1,8

$\alpha$  - угол наклона автосъезда (около  $6^\circ$  у автосъездов для подъема руды и породы и  $10\div 12^\circ$  - в остальных случаях).

Количество горизонтальных участков длиной не менее 40 m или поворотов наклонного съезда рассчитывается по формуле:

$$n_n = \frac{L_n}{600} - 1.$$

Для определения скорости движения воздуха по выработкам принимается наибольшее из рассчитанных значений его расхода.

Количество воздуха, проходящее через конкретную выработку, определяется на основании схемы проветривания рудника. Данная схема учитывает, что в одновременной работе находится несколько этажей, на каждый из которых подается определенная часть общего расхода воздуха.

При выборе схемы вскрытия месторождения скорость движения воздуха по воздухоподающим и воздухоудающим вскрывающим выработкам, главным и вентиляционным квершлагам, а также по главным откаточным штрекам сопоставляется с допустимой

Таблица 4

Пределы изменения удельного расхода ВВ при площади забоя  $10\div 12$  m<sup>2</sup>

Коэффициент крепости, f	Удельный расход ВВ, kg/m <sup>3</sup>
2–3	0,9
4–6	1,9
10–12	2,5
13–15	3,0
16–18	3,6
19–20	4,1

скоростью в этих выработках в соответствии с требованиями ЕПБ.

Расчет скорости движения воздуха производится по формуле:

$$v = \frac{Q_v}{60S_{\text{вент}}}, \text{ м/с}, \quad (16)$$

где  $Q_v$  - количество воздуха, проходящего через выработку,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;

$S_{\text{вент}}$  - вентиляционное сечение выработки,  $\text{м}^2$ .

В случае, если рассчитанная скорость будет больше предельно допустимой, то сечение выработок должно быть увеличено до необходимых размеров.

#### Список литературы:

1. Ушаков К.З. *Аэрология горных предприятий.* - М., 2007. - 201 с.
2. Баранов А.О. *Проектирование технологических схем и процессов подземной добычи руд.* - М.: Недра, 1993. - 286 с.

УДК 621.789

© Мухамедов А.А., Иногамова Д.А., Мардонов Б.Т. 2012 г.

## ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПРЕДЫСТОРИИ СТАЛИ НА ЕЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ПРИ ТРЕНИИ КАЧЕНИЯ С ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЕМ

**Мухамедов А.А.**, профессор кафедры «Материаловедения» ТашГТУ, док. тех. наук; **Иногамова Д.А.**, ст. преподаватель кафедры «Технология машиностроения» ТашГТУ; **Мардонов Б.Т.**, доцент кафедры «Технология машиностроения» НГГИ, канд. тех. наук

На ремонтных заводах металлургических комбинатов республики изготавливается достаточно большое количество ремонтных деталей, часто массивные, с большими габаритами. К ним можно отнести бандажные детали типа вал-шестерня привода шаровых мельниц, прокатные валки шаропркатных станов. Заготовки таких деталей – это поковки или литые заготовки, полученные методом электрошлакового перегрева. В исходном состоянии заготовки имеют различную степень перегрева, различную величину зерна и состояние тонкой структуры стали. При завершающей термической обработке (закалке и отпуске) наблюдаются явления наследственности параметров исходной структуры, которые могут влиять на эксплуатационные свойства готовых изделий.

Под наследственностью понимают сохранение в металле, испытывавшем фазовое и структурное превращение некоторых особенностей макроскопического, микроскопического и субмикроскопического строения, присущих исходной структуре [1]. Различают несколько видов наследственности, среди которых, на наш взгляд, наиболее важной является наследственность при структурообразовании предварительно перегретой стали. Это влияние исходного перегрева на формирование микро- и тонкой

структуры после повторной фазовой перекристаллизации.

Известно, что даже простая углеродистая сталь – это многофазная система, в которой кроме основных фаз (феррита и цементита) присутствуют другие примесные фазы. Количество и размеры примесных фаз могут значительно отличаться в зависимости от степени раскисления и очистки стали. Это, главным образом, тугоплавкие примесные фазы – карбонитриды, нитриды и кислородосодержащие фазы. При нагреве до высоких температур эти фазы диссоциируют и переходят в твердый раствор. Начало растворения этих фаз характерно химической микронеоднородностью твердого раствора [1]. При охлаждении (при обратном  $\gamma$  -  $\alpha$  превращении) формируется структура с повышенным уровнем плотности дислокаций из-за образования дислокаций несоответствия микрообъемов с различным периодом решетки [2, 3].

Более высокие температуры нагрева ведут к гомогенизации аустенита и при охлаждении плотность дислокаций получается ниже, а примесные фазы выделяются уже в виде дисперсных частиц. Этот процесс зависит не только от температуры нагрева, но и от времени выдержки. Таким образом, термическая предыстория заготовки и исходное структурное

состояние могут существенно влиять на структуру и свойства после завершающей термической обработки.

В данной статье представлены результаты исследований, связанные с проявлением наследственности параметров структуры при фазовой перекристаллизации стали и ее влияние на износостойкость при трении качения с проскальзыванием.

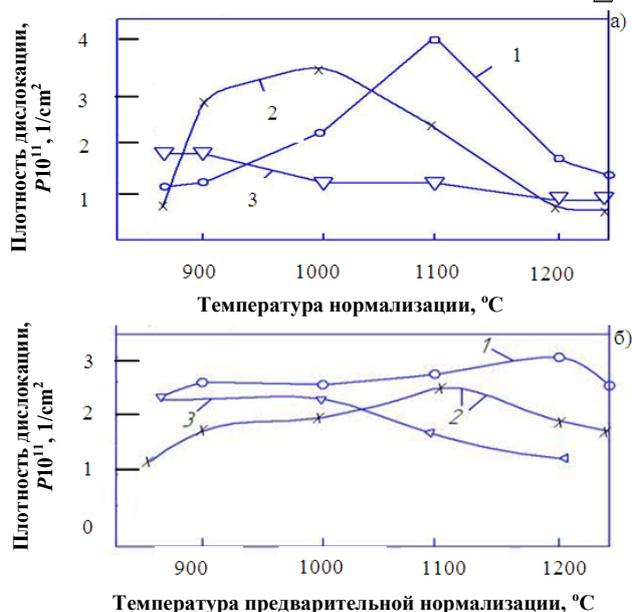
**Методика проведения исследований.** Объектами исследований были образцы и натурные детали, работающие в условиях трения качения с проскальзыванием. Образцы для испытаний на износ представляли собой ролики диаметром 30 и высотой 10 мм, которые испытывались на машине трения МИ1-М в условиях качения с 10% проскальзывания. Термическая обработка и изготовление образцов проводилась по следующей последовательности:

- нормализация заготовок образцов с нагревом до различных температур, от  $A_{c3}+30\pm 50^{\circ}C$  до  $1260^{\circ}C$ , при времени выдержки 20 минут, 2 и 5 часов;
- механическая обработка с оставлением небольшого припуска;
- повторный индукционный нагрев всех образцов до температуры  $870\pm 900^{\circ}C$  на глубину 3 мм по цилиндрической поверхности, закалка в масло, отпуск  $200^{\circ}C$ ;
- механическая дообработка образцов в размер.

Термическая обработка натуральных деталей (бандажей прокатных валков шаропрокатного стана) заключалась в проведении предварительной нормализации с нагревом  $870\pm 900^{\circ}C$  в течение 5 часов, повторном нагреве до  $900^{\circ}C$ , закалке и отпуске  $450^{\circ}C$ . Во всех случаях определялась величина зерна стали и уровень плотности дислокаций кристаллического строения стали.

**Результаты испытаний.** Образцы из сталей 40X и 35XГСА были предварительно нормализованы с различных температур нагрева. Время выдержки при температурах нагрева было 20 минут, 2 и 5 часов. После охлаждения образцов стали на воздухе оценивали величину зерна и состояние тонкой структуры. Величина аустенитного зерна с увеличением температуры и времени нагрева резко увеличивается, а плотность дислокаций имеет экстремум в зависимости от температуры и времени нагрева (рис. 1, а).

При проведении заключительной закалки с индукционным нагревом до температур нагрева  $870\text{--}900^{\circ}C$  после закалочного охлаждения наблюдаются явления наследственности параметров тонкой структуры и размера аустенитного зерна (рис. 1, б). Здесь наблюдаются экстремальные температуры, когда после охлаждения формируется наиболее высокий уровень плотности дислокаций. Это температуры предварительной нормализации  $1200^{\circ}C$  (время нагрева 20 минут),  $1100^{\circ}C$  (время нагрева 2 часа) и  $900\text{--}1000^{\circ}C$  (время нагрева 5 часов). Кривые изменения величины износа при испытаниях на трение

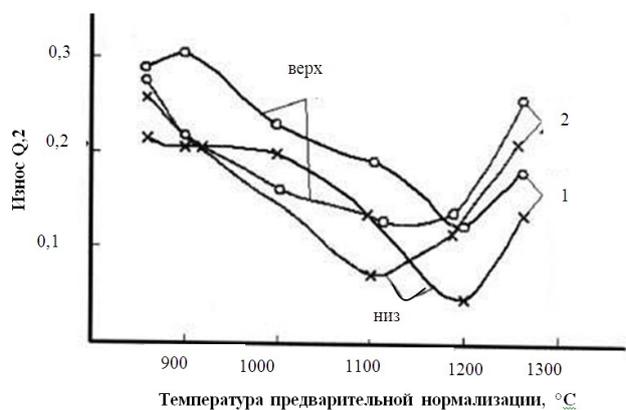


**Рис.1. Плотность дислокаций стали 40X:** после нормализации с различных температур нагрева и времени выдержки (а) и предварительно нормализованной с различных температур и времени нагрева после повторной индукционной закалки и отпуска  $200^{\circ}C$  (б); 1 - время выдержки при предварительной нормализации 20 минут, 2 - 2 часа, 3 - 5 часов

качения с проскальзыванием находятся в хорошем соответствии с характером изменения плотности дислокаций в зависимости от температуры и времени предварительной нормализации (рис. 2).

Таким образом, наблюдается прямая зависимость износостойкости при трении качения с проскальзыванием от термической предистории стали, от режимов её предварительной термической обработки, которые сказываются на уровне плотности дислокаций и размеры зерна.

При реализации этих режимов в практике термической обработки необходимо учитывать массу и размеры изделий. Например, при термической обработке бандажей прокатных валков учитывали, что



**Рис. 2. Изменение величины износа образцов стали 40X в зависимости от температуры и времени предварительной нормализации. Окончательная термическая обработка:** индукционная закалка, отпуск  $200^{\circ}C$ : предварительная нормализация 30 мин (1) и 2 часа (2)

Таблица 1

Параметры структуры стали 35ХГСА после предварительной нормализации с различных температур нагрева и завершающей заковки и отпуска при времени нагрева 5 h

Нормализация, время выдержки 5 часов			
Температура нормализации, °С	Плотность дислокаций $P \cdot 10^{11} / \text{cm}^2$	Твёрдость НВ, kg/mm <sup>2</sup>	№ балла зерна аустенита
870	0,078	229	6
1000	0,0530	255	4
1100	0,125	229	4
1200	0,0540	255	3
После повторного нагрева 870 <sup>0</sup> С (аустенизация 5 h), отпуск 210 <sup>0</sup> С			
870	1,95	HRC 48	7
1000	1,54	48	6
1100	1,24	48	5
1200	1,33	47	5
После повторного нагрева 870 <sup>0</sup> С (аустенизация 5 h), отпуск 450 <sup>0</sup> С			
870	0,41	HRC 39-40	7
1000	0,32	39-40	6
1100	0,29	39-40	5
1200	0,27	39-40	5

во избежание больших внутренних напряжений необходимо использовать ступенчатый нагрев. Это связано с тем, что бандаж представляет собой толстостенный полый цилиндр массой от 250 до 900 Кг. Бандаж прокатных валков шаропркатных станов в АПО «Узметкомбинат» изготавливаются из сталей марки 30ХГСА и 35ХГСА. Тепловые расчёты показали, что при ступенчатом нагреве 450, 600, 800 и 900<sup>0</sup>С общее время пребывания металла при температурах 850÷900<sup>0</sup>С составляет 4,9 часа.

Рентгеновские исследования образцов из стали 35ХГСА с временем выдержки при нагреве под нормализацию и заковку 5 часов получили следующие результаты (табл. 1). Как видно из представленных в таблице данных, плотность дислокаций в стали 35ХГСА после завершающей термообработки суще-

ственно зависит от режимов предварительной нормализации. Она максимальна при проведении предварительной нормализации с температурой нагрева 870<sup>0</sup>С, если время выдержки было 5 часов.

В связи с вышеизложенным, была предложена технология термической обработки бандажей прокатных валков шаропркатных станов, которая предусматривала следующие операции:

- ступенчатый нагрев 450<sup>0</sup>С - 1 час, 600<sup>0</sup>С - 1 час, 800С - 4 часа, 870<sup>0</sup>С÷900<sup>0</sup>С - 2,9 часа; время выдержки в интервале температур 850<sup>0</sup>С÷900<sup>0</sup>С занимает 4,9 часа;

- охлаждение после нагрева на воздухе;

- повторный ступенчатый нагрев по вышеуказанным режимам и охлаждение в масле в течение от 30 до 50 минут в зависимости от размеров бандажей;

- отпуск при 450<sup>0</sup>С в течение 4,7÷6,8 часа.

Промышленные испытания прокатных валков, бандажи которых были термически упрочнены по вышеописанной технологии, показали увеличение стойкости около 30% в сравнении со среднестатистическими данными времени работы прокатных валков, бандажи которых термически обрабатывались без учёта их предварительной термической обработки и исходного состояния структуры.

### Выводы

1. При проведении нормализации стали наблюдаются экстремальные температуры нагрева, зависящие от времени выдержки, когда после охлаждения формируется структура с повышенным уровнем плотности дислокаций.

2. При повторном нагреве до температуры  $A_{c3}+30\div50^0\text{C}$  с последующим закалочным охлаждением наблюдаются явления наследственности, выражающиеся в образовании экстремумов плотности дислокаций в зависимости от температуры и времени исходной предварительной нормализации.

3. Явления наследственности параметров тонкой структуры оказывают влияние на износостойкость стали при трении качения с проскальзыванием, при повторной индукционной заковке она может возрастать до 60%. В условиях печного нагрева стойкость прокатных валков шаропркатного стана увеличивается до 30%.

### Список литературы:

1. Дьяченко С.С. Наследственность при фазовых превращениях // Металловедение и термическая обработка металлов. -М. 2000 г-№ 4.-С. 14-19
2. Качанов Н.Н. Прокаливаемость стали-М.: Металлург - издат. 1976.-192 с
3. Мухамедов А.А. Механизм структурной перекристаллизации при термической обработке. // Сб. научн. тр. ТашПИ, вып 192. Термическая обработка, сварка и свойства металлов. -Ташкент, 1977.-с.3-10.

## О СВОЙСТВАХ БАЗАЛЬТА И ЕГО ВОЛОКОН

Курбанов А.А., доцент кафедры «Металлургия» НГГИ, канд. техн. наук; Абдурахманов С.А., профессор кафедры «Металлургия» АГМФ НГГИ, канд. техн. наук; Ражабов А.А., студент НГГИ

Исследованиями установлено, что свойства базальтов существенно связаны с химическим составом и его текстурой. Поэтому у различных месторождений земного шара и в частности Узбекистана заметно, а иногда значительно изменяются соотношения химических элементов в составе базальтов. Специалисты рекомендуют начать переработку базальтов, основываясь на химический состав породы, что играет немаловажную роль при создании производства по переработке базальта.

В XX веке учеными даны оценки свойствам самой базальтовой породы в зависимости от соответственных констант. Например, базальты могут иметь в среднем [1, 2]: удельный вес куска -  $2,94 \div 3,19 \text{ g/sm}^2$ ; удельный вес порошка -  $3,0 \text{ g/sm}^2$ ; предел прочности на сжатие  $2000 \div 3000 \text{ kg/sm}^2$ ; температура плавления -  $1150 \div 1200^\circ\text{C}$ ; предел текучести  $1050 \text{ kg/sm}^2$ .

Установлено, что температура плавления базальтов, в зависимости от месторождения и химического состава породы, может колебаться от  $1250$  до  $1500^\circ\text{C}$ . Модуль упругости, например, базальтового волокна может составлять до  $11000 \text{ kg}\times\text{s/mm}^2$ . Высокие механические свойства натурального базальта делают его более надежным, чем гранит и некоторые марки стали. Расплавленный базальт после быстрого охлаждения может дать стеклообразный продукт. Имеется возможность контролировать скорость охлаждения и процесс кристаллизации расплавленной массы. Исследования показали, что после полного охлаждения и кристаллизации полученная твердая масса базальта может потребовать температуры переплавления до  $+1800^\circ\text{C}$ . Подобное объясняется изменением структуры и упрочнением базальтов в период их переработки, что позволяет изготовить продукции, работающие в жидких средах.

Влияние содержания в породе окислов железа при всех обстоятельствах сильно отражается на ходе кристаллизации, так как их наличие обуславливает возникновение центров кристаллизации. Соотношение окислов железа, входящих в состав силикатов, меняется. Последнее может происходить в том случае, если процесс застывания расплава базальта будет осуществляться неравномерно, что влияет на качество изготавливаемых предметов, таких как электрические изоляционные материалы и металлозаменители.

Присутствие в породе железа, в зависимости от вида окисла железа, может оказывать совершенно различное влияние на температуру плавления, ход процесса кристаллизации базальтов и другие свойства. Из всех известных минеральных продукций

большое распространение получили базальтовые волокна, которые являются экологически чистым, нейтральным материалом для всех видов теплоизоляции: в строительстве, теплоизоляции трубопроводов, центральных кондиционеров, холодильных машинах; бытовых кухонных, газовых и электрических плитках, стерилизаторах, жарочных шкафах. В табл. 1 приведена сравнительная характеристика базальтовых и стеклянных волокон [1].

Из сравнительных характеристик видно, что базальтовое волокно имеет коэффициент теплопроводности в 4 раза ниже и поэтому экономически эффективнее по отношению к стекловате. Одним из преимущественных показателей базальтовых волокон является их кислотоустойчивость. В табл. 2 показаны результаты исследования базальтовых волокон на кислотоустойчивость.

Таблица 1

Технические характеристики  
(сравнительная характеристика  
базальтовые и стеклянные волокны)

Технические показатели	Базальтовое волокно	Стекловата
Плотность $\text{kg/m}^3$	До 23	70
Теплопроводность $\text{Wt/mk}$	От 0,03 до 0,08	От 0,116 до 0,186
Рабочая температура	от $-260^\circ\text{C}$ до $+800^\circ\text{C}$	от $-60^\circ\text{C}$ до $+400^\circ\text{C}$
Пожарная квалификация	ИСО СТ СОВ387 (несгораемый) 1400 x 1200 x 130	-
Стандартный размер мата, mm		1200 x 400 x 10mm
Стандартный размер рулона: -длина, mm; -ширина, mm; -толщина, mm.	10 -:- 20 0,2 -:- 1,8 0,1 -:- 0,5	- - -

Данные показывают, что наиболее сильное действие на базальт могут оказать соляная кислота, засоленность месторасположения месторождения и серная кислота. Причем более разбавленные кислоты могут действовать сильнее, чем концентрированные. Добавка хромита к чистому базальту повышает кислотоупорность литья. Результаты исследования позволили на данной почве разработать технологию переработки кислотоустойчивой плитки [1]. Из последнего следует, что базальтовая порода имеет

Таблица 2

Показатели кислотности базальтовой породы

Кислоты	Удельный вес кислот	Потери веса, %, базальт стекловидный
HCl	1,17	0,5659
HCl	1,13	1,2617
HNO <sub>3</sub>	1,38	0,0141
HNO <sub>3</sub>	1,25	0,6725
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,82	0,0032
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,56	0,0065

сложную структуру. На структуру породы и продукции могут влиять содержащиеся в базальте химические элементы, соотношения которых иногда колеблется в значительных пределах в зависимости от месторождения.

Базальтовые волокна получают из однокомпонентного дешевого сырья (базальта) при одностадийном технологическом процессе, что обуславливает их более низкую (на 15-20%) себестоимость по сравнению, например, со стекловолнами и асбестовыми волокнами [2]. Базальтовые волокна обладают уникальными свойствами: высоким уровнем физико-механических и химических свойств, повышенной стойкостью в агрессивных средах и к вибрациям, долговечностью (не менее 100 лет), стабильностью свойств при длительной эксплуатации в различных условиях, хорошей адгезией к различным связующим, что, в свою очередь, определяет их как перспективнейший материал для получения новых композиционных материалов – базальтопластиков и изделий из них различного назначения. Помимо этого, волокна работоспособны в широком диапазоне температур (от -260 до +700°C), при которых разрушаются углеродные (+600...800°C) и стеклянные (ниже -60°C и выше +500°C) волокна. Базальтовые волокна экологичны, не выделяют опасных для здоровья человека веществ в воздушной и водной средах, негорючие и взрывобезопасны. Они полностью заменили канцерогенный асбест во всех областях его применения, превосходя его по всем свойствам, в том числе по теплоизоляционным более чем в 3 раза. Базальтовые волокна уверенно и объективно вытесняют из подавляющего большинства сегментов рынка и стеклянные волокна.

Нами выявлено, что вышеперечисленные превосходства базальтов не нашло широкого применения в нашей стране. Разумеется, на сегодняшний день основным и практически единственным сдерживающим фактором широкого применения и распространения базальтовой продукции и волокон является крайне низкий существующий объем их реального промышленного производства. Причиной тому является недостаточная изученность базальтов и струк-

туры самого волокна. Поэтому излагаем процесс и результат обследования таких показателей, как гамма-спектрометрический и полуколичественный спектральный анализ, а также электронно-микроскопическое построение волокон базальтов, создающее, по нашему мнению, предпосылки для их дальнейшей переработки.

**Гамма-спектрометрический анализ.** В качестве пробы были взяты базальты Айдаркульского и Асмансайского месторождений Кызылкума, лежащие на поверхности земли и на глубине до трех метров. В настоящее время в обоих месторождениях базальтовая порода добывается открытым способом. Для удобства проведения статической оценки результатов исследования произвольно были взяты 15 образцов, т.е. больше десяти. Все 15 образцов подвергались исследованию. В начальной стадии было произведено определение активной удельной эффективности образцов базальта, которые осуществлялись гамма-спектрометрическим методом анализа. Для осуществления исследования образцов базальтовой породы использовались приборы Genie -2000, модель S500. Удельная эффективная активность определяется гамма-спектрометрическим методом анализа с точной оценкой загрязнения на поверхности почвы, грунта, строительных материалов и т.д.

Анализ проводился в три стадии:

1. Пробу взвешивают в количестве 100 g в чашке Петри.

2. Калибровку прибора проводят по энергии эффективности с выведением коэффициентов, согласно приложенной инструкции к прибору по эксплуатации.

3. Чашку Петри устанавливают в свинцовый коллиматор на детектор и с помощью программного обеспечения в течение 3600 s проводят анализ. Затем с помощью программного обеспечения на табло прибора получили отражение результатов радионуклидного состава в виде спектра, исходя из которого по формуле определяют удельную эффективную активность. После чего приступают к получению и обработке результатов. Все показатели заносятся в таблицу 13. В данном случае показатели производились следующим образом.

Зная количество импульсов в каждом пике, определяется удельная эффективная активность по формуле:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,31A_{Th} + 0,085A_{K}$$

Исходя из плана проведения эксперимента, изложенного в данном порядке, провели экспериментальное исследование гамма-спектрального метода анализа.

Для начала из каждой пробы по 150 g породы подвергались измельчению. Полученные измельченные образцы пропускали через сита до фракции 0,5 mm до тех пор, пока из каждой пробы образовалось по 100 g массы. Для взвешивания пробы использова-

ли весы маркой ВНЦ-ВТИ-10. Когда все 15 проб образцов были готовы, была произведена калибровка прибора Genie -2000.

К гамма-спектрометрическому анализу подвергалась каждая проба Айдаркульского и Асмансайского месторождений по отдельности. Определяли активность пробы на гамма-спектрометрию, по Вк/kg. Результаты полученного анализа показателей пробы приведены в табл. 3.

Для упрощения процесса получения окончательных показателей активности пробы на гамма-спектрометрию вычислили среднее значение данных, и окончательные цифры внесли в таблицу. Исследование пробы проводилось в Центральной научно-исследовательской лаборатории Навоийского горно-металлургического комбината. Последним свидетельствуют показания графиков, приведенных на рис. 1.

Полученные данные экспериментального исследования показали полное соответствие использования базальтовой породы Узбекистана на всех сферах промышленности.

Так как содержание естественных радиоактивных элементов в базальте меньше допустимого (по санитарным нормам СанПИН-00193-06), радиоактивность элементов не превышает 370 Вк/kg. Причем в образцах породы Айдаркульского месторождения количество составляющего химического элемента Th-232 не было обнаружено, что ещё раз подтверждает то, что в разных месторождениях химические элементы составляющие базальтовой породы бывают разными.

**Полуколичественный спектральный анализ.** Основываясь на полученные результаты экспериментальных исследований, образцы базальтовой породы Айдаркульского и Асмансайского месторождений подверглись полуколичественному спектральному анализу, целью которого являлось исследование минералогического состава образцов пород. Сущность данного метода заключается в том, чтобы анализировать, какой минералогический состав охватывает содержимое той или иной породы. Помимо этого, данный метод применяется на анализ горных пород при поиске и разведке полезных ископаемых, которые позволяют при изучении вещественного состава пород месторождений полуколичественно определять в горных породах до 52 элементов. Порядок и подготовка проб к эксперименту и проведение полуколичественного спектрального анализа происходило следующим образом.

Для проведения эксперимента используют специальные электроды. Электроды, изготовленные из угольных стрежней марки ОСЧ-7 диаметром 6 мм, с глубиной и внутренним диаметром кратера 3 мм, набивают пробу, крупностью 0,074 мм. Рабочую поверхность угольного электрода с пробой закапывают насыщенным раствором борной кислоты и высушивают [1].

Таблица 3

Результаты гамма-спектрометрического анализа базальтовой породы Айдаркульского и Асмансайского месторождений

Место отбора пробы	Порядковые номера образцов	K-40 Вк/kg	Ra-226 Вк/kg	Th-232 Вк/kg	A <sub>эфф</sub> Вк/kg
Айдаркуль	1*	2472	93	н/обн.	315,48
Айдаркуль	6	2579	19	н/обн.	251,10
Асмансай	11	2423	28	51	312,91
Энергия выхода		1460,8 кэВ	609,3 кэВ	238,6 кэВ	

\*) Образец под № 1- породы Айдаркульского, а образцы под № 6 и 11 породы Асмансайского месторождений. Все экспериментальные исследования проведены в ЦНИЛ ГП НГМК

Процесс анализа образцов базальтовой породы обоих месторождений проводят на спектрографе ИСП-30. Сначала перед входной щелью спектрографа устанавливают диафрагму с узким наклонным вырезом. Затем электрод с пробой помещают в дуговую штатив. Испарение пробы и возбуждение спек-

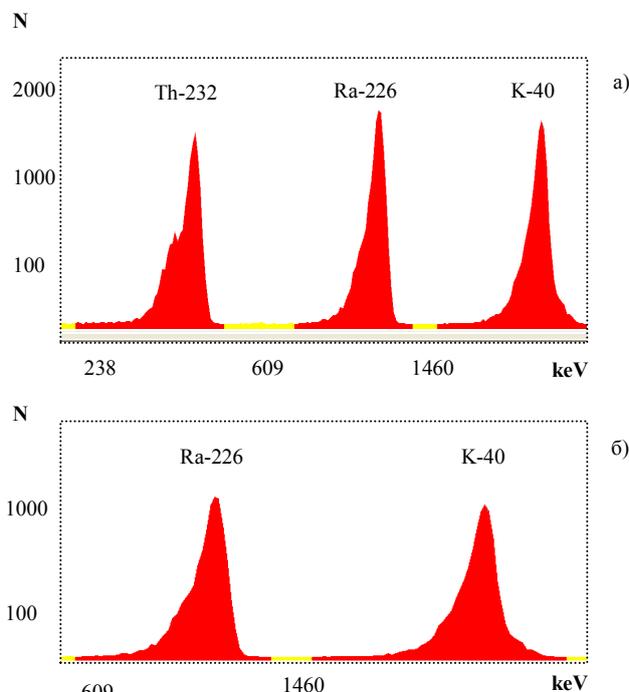


Рис. 1. Спектры естественных радиоактивных нуклидов с изображением энергии выхода паронуклидов: а) - проба № 11 (месторождение Асмансай); б) - проба № 1 (месторождение Айдаркуль)

тра проводят в дуге переменного тока следующим образом.

Устанавливают диафрагму в положение, оптимальное для выделения области легколетучих элементов. При этом ток дуги устанавливают по показаниям прибора равным на 8 А, а экспозиция 30 с. После чего диафрагму передвигают в спектральную область среднелетучих элементов.

В данный момент необходимо обеспечить постоянное горение дуги, увеличение силы тока до 14 А и выдерживая экспозицию - 60 с. Обеспечивая предъявляемые требования, диафрагму передвигают в спектральную область труднолетучих элементов, увеличивая при этом силу тока дуги до 20А, проводят испарение пробы до полного ее выгорания.

Для полной идентификации спектральных линий после сжигания пробы диафрагмы в нейтральном положении фотографируют спектр дуги, горящей между железным и угольным электродами при силе тока 8 А и экспозиции 10 с. Дуговой промежуток между электродами, равный 3 мм, поддерживают постоянным в процессе всего экспериментального исследования, после чего приступают к регистрации спектра проб на фотопластинке.

Для осуществления регистрации спектра проб на фотопластинке последний со спектрами стандартных образцов базальтовой породы обоих месторождений фотографируют отдельно. Фотопластинку после фотографирования спектров проявляют, промывают, фиксируют в течение 8-10 min, промывают в проточной воде 30 min и сушат. Затем приступают к обработке полученных данных. Данная процедура начинается из расшифровки спектрограммы.

Расшифровку спектрограмм выполняют на спектропроекторе. Особое место при данном мероприятии занимает обнаружение присутствия элемента в пробе базальтовой породы, устанавливают по самым чувствительным линиям спектра спектрограммы. После чего можно приступить к оценке процентного содержания элемента, процесс которого обычно осуществляется визуально. Для расшифровки спектрограмм использовали атлас спектральных линий составляющих элементы образцов базальтовой породы Айдаркульского и Асмансайского месторождений. При этом придерживались предел обнаружения составляющих элементов породы  $n \cdot 10^{-4} - n \cdot 10^{-3} \%$ .

Проведенные экспериментальные исследования показали, что минералогический состав базальтовой породы Айдаркульского и Асмансайского месторождений имеет отличительные признаки. Например, в составе базальта Айдаркульского месторождения не обнаружены такие химические элементы, как Pb, Li, I и, напротив, в базальте Асмансайского месторождения не было выявлено содержание Yb и J. Во всех исследованных образцах базальтовой породы Айдаркульского месторождения не были обнаруже-

ны такие химические элементы, как Zn, Cd, Ag, Bi, Ge, Ti, Sb, W, Sn, In, As и P. В то время в базальте Асмансайского месторождения можно заметить определенное содержание перечисленных элементов. Из этого следует, что такой минералогический состав базальтов Айдаркульского и Асмансайского месторождений заметно отличаются химическим составом.

Экспериментально выявлено, что геометрические параметры зёрен породы могут влиять на структуру и на геометрические параметры базальтовых волокон. Подобное явление может случиться тогда, когда будем строго придерживаться технологического режима переработки и обогащения базальта для получения волокон. В таком строгом режиме у полученных базальтовых волокон структура будет выглядеть по-разному. Доказательством высказанных выводов является электронно-микроскопическое изображение структуры базальтовых волокон породы. При этом волокна базальтовой породы изъяты из разных месторождений. Исследования показывают, чем зёрна мельче, тем волокна сужаются, т.е. получаем продукта тоньше диаметра.

Если судить по структуре, то самое тонкое волокно – это волокно, полученное из породы Асмансайского месторождения. Доказательством тому являются электронно-микроскопическое изображение волокна базальтов: месторождения Ключевской сопки (Российская Федерация); Айдаркульского и Асмансайского месторождений (о чем были опубликованы сведения в наших ранних работах). Тем самым выявлено, что базальтовые волокна Узбекистана по качеству в полной мере могут конкурировать с волокнами других стран. Установлено, что если базальт перерабатывается для получения базальтоволокнистых материалов, то назначение получаемой продукции будет предопределять не только его химический состав, но и структуру полученных волокон.

Рисунки показывают, что стебли волокон Ключевской сопки потолще, чем волокна Айдаркульского и Асмансайского месторождений. Исследования показывает, что на ощупь волокна базальтов Узбекистана более мягкие, в свою очередь, волокна Ключевской сопки более грубые, чем базальтовые волокна Айдаркульского и Асмансайского (такие показатели замечены у волокна базальтов Гавасайского) месторождений. Обнаружилось, что средний диаметр волокна базальтов Узбекистана в среднем на 4÷6 мкм тоньше, чем базальтового волокна Ключевской сопки. Последние доказывают широкие возможности базальтов нашей страны по изготовлению огнеупорных материалов.

Таким образом, доказано, что базальты Узбекистана по своим свойственным показателям не уступают таким породам других стран и пригодны для изготовления разнообразной продукции, имеющей

важное значение в развитии нашей страны. Можно отметить, что любой способ переработки базальтовой породы должен основываться на свойственных особенностях породы, таких как: текстура, химический состав, огнеупорность; структурное построение

породы и волокон; токопроводимость; гигроскопичность; влагоотдача и т.д., которые создают необходимость выявить оптимальные параметры технологических процессов переработки базальтовой породы.

#### Список литературы:

1. Курбанов А.А., Абдурахмонов С.А. и Тураев А.С. Основы переработки базальтов Кызылкума. Монография. Изд. «Фан» АН РУз. 2010 г., с 167.
2. Джигарис Д.Д. и Махова М.Ф. Основы производства базальтовых волокон и изделий. 2006 г., -410 с.

УДК 62-50: 622.276

© Сувонов О.О. 2012 г.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Сувонов О.О., доцент кафедры «Высшая математика» НГГИ, канд. техн. наук

Современная теория управления системами с распределенными параметрами располагает широкими возможностями варьирования постановками задач, имеющими реальную физическую основу. Распределенность параметров в пространстве теперь уже с полным правом может относиться не только к объекту управления, но и к любому звену системы в целом.

Важнейшей задачей теории и практики управления является построение модели объекта управления, т.е. формализация закономерностей функционирования объекта. На основе этой модели определяется структура и параметры системы управления, закон управления, выбираются технические средства реализации системы. Велика роль модели не только при создании системы управления, но при изучении закономерностей функционирования естественных и искусственных объектов и процессов. Это, в первую очередь, связано с ростом роли математического моделирования при изучении сложных явлений в различных областях науки, техники и производства.

Проблема построения математической модели нелинейного объекта представляет собой довольно трудоемкий процесс, включающий этапы выбора вида структуры модели идентифицируемого объекта, выбора или разработки метода и построения алгоритмов идентификации с учетом возможностей вычислительных средств, первичной обработки результатов измерений, получения оценок характеристик модели, анализа этих оценок и проверки степени идентичности (адекватности) модели реальному объекту.

Решение различных вопросов, связанных с теорией и практикой разработки нефтяных месторождений, как гидродинамического объекта управления с распределенными параметрами, тесно связано с исследованием движения жидкости в пористой среде. Интенсификация добычи нефти привела к широкому внедрению в практику внутриконтурного и законтурного заводнения. В подавляющем большинстве случаев вытесняющим агентом является вода – жидкость с иными физическими свойствами, чем у нефти. Отсюда следует, что при решении задач чисто практического характера предположение об однородности и изотропности жидкости становится малоприменимым.

В науке о фильтрации это выразилось в быстром развитии теории движения многофазных и многокомпонентных смесей. Усложнение математической модели привело к созданию методов расчета значительно более сложных, чем в случае фильтрации однородной жидкости. Если для идеализированной модели имеются аналитические методы, позволяющие получить решение в явном виде, то для задач многофазной фильтрации такие случаи являются исключением. Расчет этих задач можно провести только численными методами с помощью современной компьютерной техники. Но тем не менее усложнение математической модели с учетом многофазности потока жидкости необходимо, иначе может получиться так, что скважины будут полностью обводнены, а в пласте останется большое количество нефти.

Как объект управления нефтяной пласт относится к классу систем многосвязного регулирования, нахо-

ждение оптимального режима работы таких систем требует привлечения методов математического программирования.

Задачи оптимального управления режимами работы скважин в статическом режиме можно сформулировать в виде задачи линейного программирования следующего вида:

$$(l, Q) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$A^0 Q \leq \Delta P, \quad (2)$$

$$A^1 Q \leq B^1, \quad (3)$$

$$0 \leq \Delta P \leq \Delta P^{np}, \quad (4)$$

$$Q \geq 0, \quad (5)$$

где  $Q$  - вектор дебитов скважин;

$\Delta P$  - вектор депрессии (депрессия-разность контурного и забойного давления).

Пласт в данном случае описывается системой линейных алгебраических уравнений (2) при помощи матрицы коэффициентов взаимовлияния скважин по давлению. Коэффициенты этой матрицы представляют собой функции Грина и для получения их из исходного уравнения типа Лапласа предлагалось провести моделирование пласта на электроинтеграторе и снять коэффициенты взаимовлияния по известной методике, подавая последовательно на каждую скважину единичные воздействия. Условия (3) – (4) представляют собой ограничения планово производственного и технологического характера. Задача ставилась либо на максимум добычи чистой нефти (в этом случае  $l$  - вектор коэффициентов нефтесодержания по скважинам), либо на минимум затрат по обеспечению заданного плана добычи нефти (в последнем случае  $l$  - вектор эксплуатационных затрат на добычу нефти по скважинам). Пласт считается неоднородным, вид контура и расположение скважин предполагалось произвольным.

Следует отметить, что вопросы применения линейного программирования к задачам оптимизации нефтедобычи рассматривались в работах [1, 2] в идеализированной постановке (однородный пласт, дренируемый батареями равнодебитных скважин, специальный вид контура). При указанных допущениях данная задача оптимизации может быть применена в основном для целей, проектирования или для выработки некоторых качественных рекомендаций относительно режима разработки, но не для непосредственного управления реальным месторождением.

В работах [3, 4] был разработан специальный метод, позволяющий эффективно решать задачи оптимизации многосвязных систем, к которым в частности относятся задачи оптимального управления нефтедобычей при наличии технологических ограничений. Разработанный метод позволит решать подобные задачи для месторождений практически любых размеров и преодолеть этот информационный барьер. Действительно, если рассматривается задача оптимизации для месторождения в 400 скважин, то в общем случае полная матрица коэффициентов влияния для

такого пласта будет иметь 160000 элементов. Снятие и хранение такой матрицы, с информационной точки зрения, задача трудна. С другой стороны, информация о пластовых параметрах имеется только в точках расположения скважин. Поэтому в работе [4] были предложены методы, которые позволяют эффективно решать линейные задачи статической оптимизации нефтедобычи, используя конечно-разностную аппроксимацию уравнения типа Лапласа, описывающего процесс фильтрации. В этом случае для решения задачи требуется информация о значениях проницаемости в узлах сетки и нет необходимости в нахождении коэффициентов влияния между скважинами. Это позволило, во-первых, вместо хранения в памяти машины коэффициентов взаимовлияния, хранить матрицу проницаемостей, имеющую на порядок меньшую размерность, во-вторых, отказаться от дорогостоящих электрических моделей для нахождения коэффициентов взаимовлияния.

В настоящей работе процессы обводнения интерпретируются как изменения во времени плотности фильтрующейся жидкости по объему нефтяной залежи. В такой постановке задача о движении водонефтяного контакта рассматривается как частный случай распространения водяного агента в пористой среде, когда поле давления и все параметры пласта не зависят от концентрации вытесняющей фазы.

Таким образом, перед нами объект многосвязного регулирования с распределенными параметрами, описываемый системой нелинейных параболических уравнений второго порядка.

Пусть - двумерная область  $n$  - мерного пространства  $R^n$ , ограниченная внешним контуром  $\Gamma_o$  и внутренним  $\Omega$  и контурами  $\Gamma_i, i \in S_n \cup S_s$ ;  $S_n$  и  $S_s$  - множество номеров нагнетательных и эксплуатационных скважин.

Состояние нефтяного пласта как гидродинамического объекта управления может быть охарактеризовано распределением плотности фильтрующейся жидкости  $\rho(x, t)$  по площади пласта  $\Omega$  и во времени:

$$d(x) \frac{\partial \rho}{\partial t}(x, t) = \frac{\partial \rho}{\partial x} \left[ \frac{k_n(\sigma_{зад})}{\mu_n} + \frac{k'_n(\sigma_{зад})}{\mu_s} \right] \cdot k'(x) \frac{\partial \rho}{\partial x_1}(x, t) + \frac{\partial \rho}{\partial x} \left[ \frac{k_n(\sigma_{зад})}{\mu_n} + \frac{k'_n(\sigma_{зад})}{\mu_s} \right] k'(x) \frac{\partial \rho}{\partial x_2}(x, t),$$

$$x = (x_1, x_2) \in \Omega, t \in (t_o, t_N), \quad (6)$$

при следующих начальных и граничных условиях:

$$\rho(x, t_o) = \rho_{зад}(x), \quad x \in \Omega, \quad (7)$$

$$\rho(x, t) = \rho_{конт}(x), \quad x \in \Gamma_o, t \in (t_o, t_N), \quad (8)$$

$$\rho(x, t) = \rho_{ног. i}, \quad x \in \Gamma_i, i \in S_n, t \in (t_o, t_N), \quad (9)$$

$$\rho(x, t) = \rho_i(t), \quad x \in \Gamma_i, i \in S_s, t \in (t_o, t_N). \quad (10)$$

Управляющими воздействиями являются дебиты эксплуатационных и нагнетательных скважин  $q_i(t), i \in S_s \cup S_n, t \in (t_o, t_N)$ . Требуется выбрать их таким обра-

зом, чтобы при ограничениях на дебиты и забойные давления эксплуатационных и нагнетательных скважин:

$$P_i(t) \geq P_{min}, i \in S_3 \quad (11)$$

$$q_i(t) \geq 0, \quad (12)$$

$$P_i(t) \leq P_b, i \in S_n, t \in (t_0, t_N), \quad (13)$$

$$q_i(t) \leq 0, \quad (14)$$

максимизировать следующий функционал:

$$\sum_{i \in S_3} L_i \int_{t_0}^{t_N} q_i(t) dt \rightarrow \max, \quad (15)$$

т.е. максимизировать добычу нефти с месторождения за время  $(t_0, t_N)$ .

где  $L_i$  - заданный коэффициент  $d(x)=m(x)c$ ;

$m$  - пористость пласта;

$c$  - заданная const;

$k_n, k_w, \mu_n, \mu_w$  - проницаемости и вязкости нефти и воды, соответственно;

$k(x)$  - абсолютная проницаемость;

$\sigma_{зад}$  - заданная нефтенасыщенность.

Приведенная задача является частным случаем следующей задачи оптимального управления системами с распределенными параметрами [5].

Пусть  $\Omega$  - строго липшицева область [6]  $n$ -мерного пространства  $R^n$  с границей  $\Gamma$ ;

$(t_0, T)$  - заданный интервал времени;  $Q_T = \Omega \times (t_0, T)$ ;

$L_2(Q_T)$  - гильбертово пространство измеримых функций, квадратично-суммируемых по области  $Q_T$ .

$W_2''(Q_T)$  - гильбертово пространство обобщенных функций со скалярным произведением:

$$(U, V) = \int_{Q_T} (UV + \frac{\partial U}{\partial t} \frac{\partial V}{\partial t}) dx dt.$$

При заданных управляющих воздействиях  $g(x, t)$ , принадлежащих пространству  $L_2(Q_T)$ , функция  $U(x, t)$  из  $W_2''(Q_T)$  может быть найдена из решения в классе обобщенных функций [5-7] уравнения:

$$\frac{\partial U}{\partial t}(x, t) = \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} a_{ij}(x) \frac{\partial U}{\partial x_j}(x, t) -$$

$$f(x, t), (x, t) \in Q_T, \quad (16)$$

при начальных и граничных условиях:

$$U(x, t) = 0, \quad (17)$$

$$\frac{\partial U}{\partial N}(x, t) = \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \frac{\partial U}{\partial x_i} \text{Cos}(\vec{j}, \vec{x}_j) =$$

$$g(x, t), \quad x \in \Gamma, \quad (18)$$

где  $a_{ij}(x)$ ,  $f(x, t)$  заданные функции, удовлетворяющее условиям:

$$f \in L_2(Q_2), \quad \mu \sum_{i=1}^n \xi_i^2 \leq \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \xi_i \xi_j \leq \nu \sum_{i=1}^n \xi_i^2, \quad x \in \Omega$$

для любых чисел  $\xi_i, i=1, 2, 3, \dots, n$

$$\nu, \mu = \text{const} > 0, \quad a_{ij}(x) = a_{ij}(x), \quad x \in \Omega,$$

$\vec{\gamma}$  - вектор внутренней нормали к границе;

$\frac{\partial U}{\partial N}$  - производная функция  $U(x, t)$  вдоль нормали к границе.

$$U \in W_2''(Q_T), g \in L_2(Q_T).$$

Ставится задача определить функции  $(U, g)$  из

$$W_2''(Q_T) \times L_2(Q_T)$$

удовлетворяющие (16)-(18) таким образом, чтобы максимизировать линейный функционал:

$$L(U) = \int_{t_0}^T \int_{\Gamma} c(x, t) g(x, t) dx dt \rightarrow \max, \quad (19)$$

при ограничениях, как на управляющие воздействия:

$$g(x, t) \geq 0, x \in \Gamma_1, \quad t \in (t_0, T), \quad (20)$$

$$g(x, t) \leq 0, x \in \Gamma_2, \quad t \in (t_0, T), \quad (21)$$

так и на решение уравнения (21) на границе области (так называемые ограничения):

$$U(x, t) - \sigma(x) \frac{\partial U}{\partial N}(x, t) \geq 0, x \in \Gamma_1, \quad t \in (t_0, T), \quad (22)$$

$$U(x, t) - \sigma(x) \frac{\partial U}{\partial N}(x, t) \leq 0, x \in \Gamma_2, \quad t \in (t_0, T). \quad (23)$$

где  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$  - измеримые непересекающиеся подмножества границе  $\Gamma$ :

$$\Gamma = \Gamma_1 \cup \Gamma_2; \quad \sigma(x) > \nu = \text{const}; \quad x \in \Gamma;$$

$$\sigma \in L_2(\Gamma); \quad \sigma(x) \text{ и } c(x, t)$$

- заданные функции из  $L_2(Q_T)$ .

В довольно общих случаях к виду (16)-(23) сводятся задачи оптимального управления, аналогичные сформулированной выше, в которых начальные условия (17) не нулевые, т. е.:

$$U(x, t) = \psi(x), \quad x \in \Omega,$$

и в правой части неравенства (20) - (23) стоят заданные функции  $g_1(x, t)$ ,  $P_1(x, t)$ . Такое сведение возможно, если существует функция  $U_1(x, t)$  из класса  $W_2''(Q_T)$ , удовлетворяющая (24) и условиям:

$$\frac{\partial U_1}{\partial N}(x, t) = g_1(x, t), \quad U(x, t) =$$

$$P_1(x, t), \quad x \in \Gamma, \quad t \in (t_0, T). \quad (24)$$

Для этого достаточно рассмотреть вместо  $U(x,t)$  функцию  $U(x,t) - U_1(x,t)$ .

В предлагаемом алгоритме вначале решается задача, двойственная исходной. На первой итерации  $k$ -го этапа множества  $S^k, M^k$  - пустые. Предположим, после  $(k-1)$ -этапа выделено измеримое подмножество

$$S^k \in \Gamma_2 \times (t_0, T).$$

Тогда на  $m$ -й итерации  $k$ -го этапа находим обобщенное решение дифференциального уравнения, сопряженного (16):

$$-\frac{\partial y_m^k}{\partial t}(x,t) = \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} a_{ij}(x) \frac{\partial y_m^k}{\partial x_j}(x,t), \quad (x,t) \in Q_T \quad (25)$$

при начальных:

$$y_m^k(x,t) = 0, \quad x \in \Omega \quad (26)$$

и граничных условиях:

$$y_m^k(x,t) - \sigma(x) \frac{\partial y_m^k}{\partial N}(x,t) = c(x,t), \quad (27)$$

где:

$$(x,t) \in [\Gamma_1 \times (t_0, T)] \cup [\Gamma_2 \times (t_0, T)] \cup S^k$$

$$\frac{\partial y_m^k}{\partial N} = 0, \quad (x,t) \in M_m^k \cup S^k \quad (28)$$

Уравнение (25) с начальными и граничными условиями (26), (27), (28) однозначно разрешимо в пространстве  $W_2''(Q_T)$  [6].

Выделим измеримое подмножество:

$$D_m^k = \left\{ (x,t) \in [\Gamma_1 \times (t_0, T)] : \frac{\partial y_m^k}{\partial N}(x,t) > 0 \right\} \quad (29)$$

Если оно пусто, то  $M^k = M_m^k$ ,  $y^k = y_m^k$  и  $k$ -й этап завершен. В повторном случае считаем:

$$M_{m+1}^k = M_m^k \cup D_m^k$$

и переходим к  $(m+1)$  итерации.

Если  $k$ -й этап не будет завершен за конечное число шагов, то полагаем

$$M^k = \bigcup_{m=1}^{\infty} M_m^k$$

Найдем функцию

$$y^k \in W_2''$$

удовлетворяющую (25) при условиях (26), (27), в которых множество  $M_m^k$  заметно на  $M^k$  и  $k$ -й этап завершен.

Выделяем множество:

$$F^k = \left\{ (x,t) \in \Gamma_2 \times (x,t), \frac{\partial y^k}{\partial N}(x,t) < 0 \right\},$$

если оно пусто, то процедура завершена, в противном случае, полагаем:

$$S^{k+1} = S^k \cup F^k, \quad M^0 = \bigcap_{k=1}^{\infty} M^k = \emptyset$$

и найдем функцию  $y^0(x,t)$  из класса  $W_2''$ , удовлетворяющую множества  $M^k$  и  $S^k$  заменены на  $M^0$ ,  $S^0$ . Полученный алгоритм обладает рядом особенностей:

1. Каждый столбец матрицы коэффициентов выражения внебазисных векторов через векторы базиса только один раз может быть направляющим; направляющий элемент всегда находится на главной диагонали.

2. Если вектор-столбец матрицы  $A$  задачи (1) – (5) имеет отрицательную оценку хотя бы на одной итерации решения, то он обязательно войдет в оптимальный базис.

3. Оптимальный базис задачи линейного программирования требуемого вида не зависит от величины компонента вектора правых частей ограничений.

Разработанная модель и алгоритм расчета динамического процесса управления системой с распределенными параметрами позволяют получить достоверные и надёжные результаты в условиях использования исходной информации с реально действующих нефтяных месторождений.

#### Список литературы:

1. Азимов Б.А., Эминов И.Г. Решение задачи управления контуром нефтеносности при произвольном размещении скважин в круговом пласте. Труды АзНИПИ НП, выпуск №4, 1975.
2. Мееров М.В., Рыбак А.Б. Применение квадратичного программирования для нахождения оптимального режима работы скважин с учетом динамических процессов обводнения при водонапорном режиме. В сб. трудов ИПУ АН СССР Исследование и оптимизация сложных многосвязных систем. Выпуск №3, 1973.
3. Гольштейн Е.Т. Теория двойственности в математическом программировании и её приложение. Издательство «Наука» 1971.
4. Кривенков Ю.П. Достаточные условия оптимальности для задач с дифференциальными уравнениями второго порядка эллиптического типа при наличии фазовых ограничений. Дифференциальные уравнения. Т. XI, №1, 1975.
5. Лионс Ж.Л., Мадженес Э. Неоднородные граничные задачи и их приложения. Издательство «Мир», Москва 1971г. 386 с.
6. Ладыженская О.А., Уральцева Н.Н. Линейные и квазилинейные уравнения эллиптического типа. Издательство «Наука», 1973г. 586с.
7. Ладыженская О.А., Салонников В.А., Уральцева Н.Н. Линейные и квазилинейные уравнения параболического типа. Издательство «Наука». 1967г. 457с.

## ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК

**Эгамбердиев И.П.**, доцент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ, канд. тех. наук; **Абдуазизов Н.А.**, доцент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ, канд. тех. наук; **Хайдаров Ш.Б.**, ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ; **Джураев Р.У.**, ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ

В увеличении производственных мощностей и повышении технико-экономических показателей шахт и рудников важную роль играют стационарные машины и установки. На современных горных предприятиях эти машины и установки являются наиболее многочисленными, энергоёмкими и металлоёмкими. Эти работы зависят от безопасности и условий труда подземных работников. Водоотливные установки, которые относятся к стационарным машинам и установкам, служат для откачки подземных вод на поверхность. Обоснованный выбор электромеханического оборудования и установок и их нормальная эксплуатация обеспечивают своевременную откачку шахтных вод. Тем самым предотвращают затопление шахт и их отдельных участков и создают нормальные условия работы в шахтах. Одним из основных условий правильной эксплуатации водоотливных установок является обоснованный выбор способа регулирования режима работы.

Рабочий режим насоса определяется точкой пересечения его напорной характеристики с характеристикой внешней сети. Поэтому искусственное изменение одной из указанных характеристик или одновременное изменение двух характеристик приводит к смещению точки рабочего режима по оси расходов (рис. 1) к регулированию производительности насосов.

Непрерывное регулирование предполагает плавное изменение производительности без останова насосного агрегата и осуществляется одним из следующих способов:

- дросселированием внешней сети посредством регулировочной задвижки, смонтированной на нагнетательной стороне насоса;
- перепуском части расхода с нагнетательной стороны насоса во всасывающую по обводному трубопроводу (байпасу), снабженному регулировочной задвижкой;
- изменением частоты вращения рабочего колеса насоса с использованием регулируемого привода насоса;
- впуском атмосферного воздуха во всасывающий тракт.

При первых двух способах регулирования изменяется напорная характеристика (рис. 1) внешней сети. Уменьшение прохода в регулировочной задвижке обуславливает увеличение ее местного сопротивления и соответствующее возрастание общего сопротивления внешней сети. Результатом такого действия является рост крутизны ее напорной харак-

теристики и, если напорная характеристика насоса неизменна, это приводит к смещению его рабочего режима в область меньших подач:

$$(Q \rightarrow Q_1 \text{ и } Q_1 < Q).$$

При увеличении прохода в регулировочной задвижке крутизна характеристики внешней сети снижается, и расход насоса возрастает:

$$(Q \rightarrow Q_2 \text{ и } Q_2 > Q).$$

Подключение байпаса с дроссельной задвижкой равносильно запараллеливанию нагнетательного участка трубопровода обводным каналом. Как это было показано выше, при запараллеливании нагнетательных трубопроводов крутизна суммарной характеристики внешней сети насоса снижается:

$$(H_c - Q \rightarrow H_{c2} - Q),$$

что и обуславливает увеличение его производительности:

$$(Q \rightarrow Q_2 \text{ и } Q_2 > Q).$$

Однако следует иметь в виду, что расход жидкости по нагнетательному ставу при этом уменьшается, так как часть общего расхода насоса поглощает байпас. Указанная часть расхода тем больше, чем меньше сопротивление байпаса, регулируемое степенью открытия соответствующей дроссельной задвижки, смонтированной на байпасе.

Два первых способа непрерывного регулирования просты в техническом осуществлении, однако считаются неэкономичными, так как сопровождаются дополнительным расходом энергии на преодоление сопротивлений дроссельных задвижек и байпасов.

Далее рассмотрен один из способов регулирования производительности установки перекрытием задвижки на нагнетательном трубопроводе.

На напорной характеристике - 1 и трубопровода при открытой задвижке - 2 режим работы изобразится точкой «а» (рис. 2), располагаемой за рабочей зоной и коэффициент полезного действия установки будет ниже допустимой, который приводит к увеличению расхода электроэнергии для откачки одного  $m^3$  воды.

Для установления нормальной подачи -  $Q$ , напора -  $H$  и к. п. д -  $\eta$  регулирование осуществляется перекрытием задвижки. В результате чего получают характеристики трубопровода, изображенных кривыми 3, 4 и 5.

Точки пересечения этих кривых с характеристикой насоса (в, с и д) определяют режимы установки при соответствующем положении задвижки. При перемещении режима работы установки от «а»

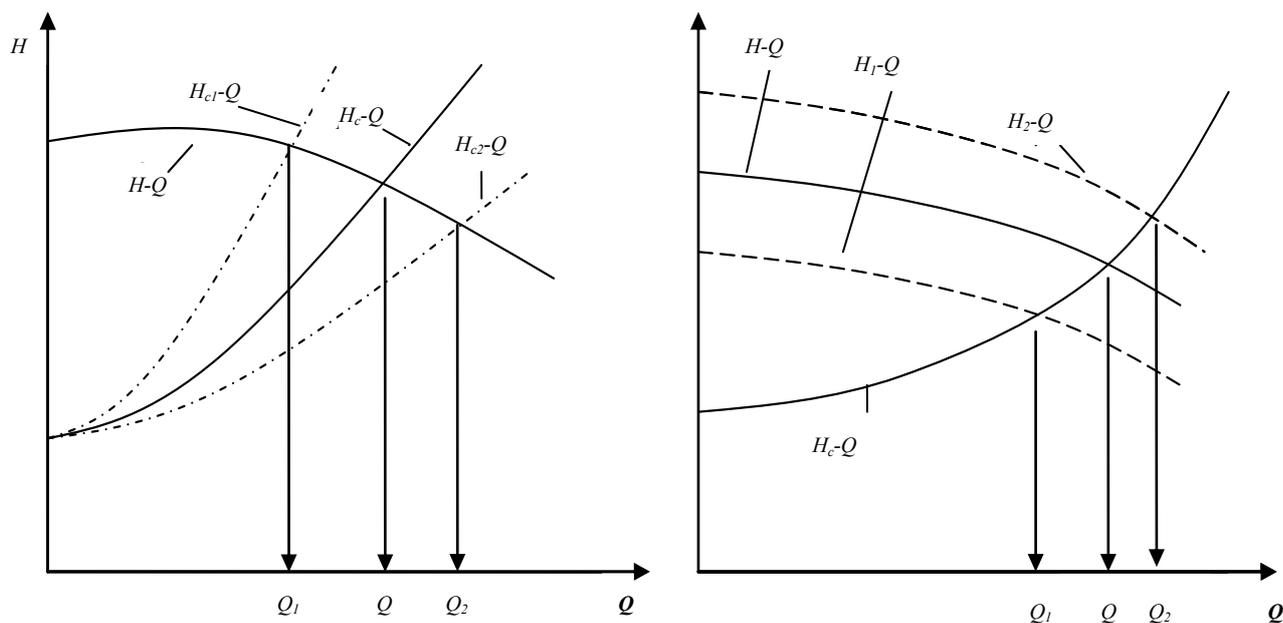


Рис 1. Напорные характеристики при регулировании рабочего режима водоотливной установки

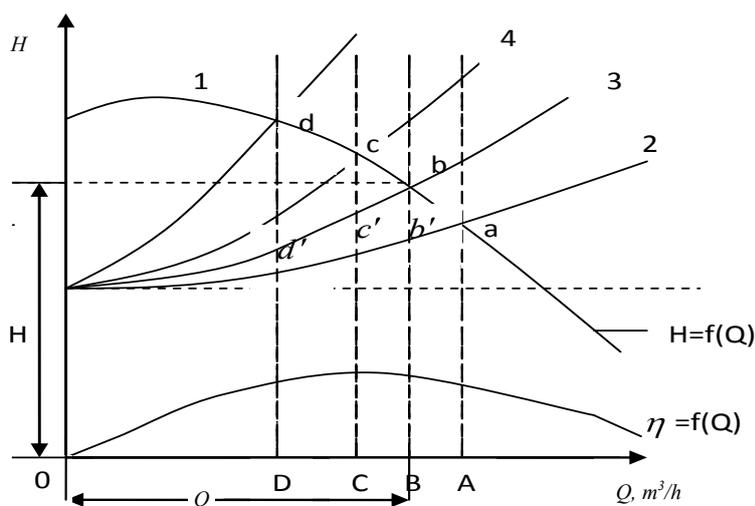


Рис. 2. Характеристики внешней сети при дросселировании посредством задвижки

до «д» сокращается производительность, подаваемого насосам в нагнетательный трубопровод. Из графика (рис. 1) видно, что относительно характеристики трубопровода при открытой задвижке режим работы установки определяется точками «а», «в», «с» и «д». Полезный напор, необходимый для перемещения жидкости за задвижкой, определяется отрезками:

$a-A, в'-B, c'-C$  и  $d'-D$ .

В то же время насос создает перед задвижкой напоры отрезками:

$a-A, в-B, c-C$  и  $d-D$ .

Следовательно, напоры, соответствующие разностям:

$(вB-в'B), (cC-c'C)$  и  $(dD-d'D)$ ,

теряются на преодоление сопротивления задвижки.

Вследствие отмеченных потерь напора в задвижке при дросселировании на нагнетательном трубопроводе соответственно падает к.п.д. установки. Это является недостатком данного способа регулирования режима работы установок.

Однако этот способ отличается от других способов регулирования тем, что не требуется дополнительного регулирующего устройства и простоты осуществления процесса регулирования.

В связи с этим данный способ регулирования широко применяется для регулирования производительности водоотливных установок, оборудованных как центробежным одноступенчатым, так и многоступенчатым насосом.

Список литературы:

1. Картавий Н. Г. Топорков А.А. Шахтные стационарные установки М; Недра, 1978.
2. Гришко А.П.. Стационарные машины. М.Недра, 2007.
3. Мирсаидов Г. М. Надежность электромеханического оборудования шахт и рудников. Ташкент 2002.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ РЕФЛЕКТОРА

**Атауллаев А.О.**, ассистент кафедры «Технология машиностроения и автоматизация машиностроительных производств» НГГИ; **Юсупбеков А.Н.**, докторант кафедры «Автоматизация и управление» НГГИ, канд. техн. наук; **Зикриллаев Б.Х.**, стажер-исследователь-соискатель кафедры «Автоматизация производственных процессов» ТГТУ

Рассмотрим вращающийся рефлектор (рис. 1). Уравнение моментов, действующих на рефлектор, запишется как:

$$J \ddot{x}_1 + \tau \dot{x}_1 + Cx_1 = ku, \quad (1)$$

где  $J$ ,  $\tau$ , и  $C$  – соответственно момент инерции отражателя с противовесом, трение и жесткость;

$x_1$  – угловое положение антенны;

$u$  – управляющее воздействие.

При расчете привода антенны по углу места и азимуту основную роль играют три фактора: упругость системы, моменты инерций различных частей и моменты возмущений.

На рис. 2 показана эквивалентная схема антенны, относящаяся к угловому приводу. Рефлектор с противовесом характеризуется сосредоточенным моментом инерции  $J$ . Рефлектор поворачивается на угол  $x_1$  исполнительным устройством. Он связан с исполнительным устройством эквивалентной упругой пружиной с жесткостью  $C$ , имитирующей упругость рефлектора. Управляющее воздействие, подаваемое на исполнительное устройство, обозначим через  $u$ .

Поскольку подобное устройство, как правило, выбирается с расчетом обеспечения момента, в 10 раз превышающего необходимый, его передаточные свойства могут быть аппроксимированы как  $K$  (статический коэффициент усиления).

Уравнения состояний, соответствующие (1), запишутся в виде:

$$\dot{x}_1 = x_2; \quad x_1(t_0) = 0; \quad (2)$$

$$\dot{x}_2 = -\frac{c}{J}x_1 - \frac{\tau}{J}x_2 + \frac{k}{J}u; \quad x_2(t_0) = 0, \quad (3)$$

где  $x_2$  – обозначает скорость изменения углового положения рефлектора.

Пусть движение рефлектора ограничено диапазоном  $|x_1| < x$ , а на значения управляющего воздействия наложены квадратичные ограничения  $u^2$ .

При нулевом значении  $u$  рефлектор находится в среднем положении. Требуется перевести рефлектор, минимизируя среднеквадратическую разность между действительным отклонением  $x_1(t)$  и требуемым отклонением  $x^d = 0,95x$  – так, чтобы рефлектор не касался упора, а управляющее воздействие при этом было бы ограничено.

Чтобы удовлетворить этим условиям, можно выбрать меру ошибки в виде:

$$H = g_{11} [0,95x - x_1(t)]^2 + g_{21} \left[ \frac{x_1(t)}{x} \right]^{2M} + u^2(t) \quad (4)$$

где  $g_{11}$  и  $g_{21}$  – весовые коэффициенты;

$M$  – большое положительное число.

В этой мере ошибки первое слагаемое учитывает ошибку смещения, второе есть штрафная функция, ограничивающая максимальное отклонение, в то время как третье слагаемое ограничивает управляющее воздействие.

Необходимо отметить, что выбор меры ошибки произволен. Например, для ограничения амплитуды управляющего воздействия допустимо использовать штрафную функцию, более высокую, чем квадратичную. Однако при этом возрастут как вычислительные сложности, так и усложнится техническая реализация.

Для получения допустимых уровней величин  $x(t)$  и  $u(t)$  должен быть произведен выбор весовых коэффициентов (матриц). Их элементы могут быть выбраны, например, следующим образом:

$1/g_{11} = (t_1 - t_0)x$  – максимально допустимое значение  $[0,95x - x_1(t)]^2$ ;

$1/g_{21} = (t_1 - t_0)x$  – максимально допустимое значение  $[x_1(t)/x]^{2M}$ .

Мера ошибки с ограничениями запишется следующим образом:

$$H_c = g_{11} [0,95x - x_1(t)]^2 + g_{21} \left[ \frac{x_1}{x} \right]^{2M} + u^2(t) + \lambda_1 (t) [x_2(t) - x_1(t) + \lambda_2(t)] \left[ -\frac{C}{J}x_1(t) - \frac{\tau}{J}x_2(t) + \frac{k}{J}u(t) - \dot{x}_2(t) \right]. \quad (5)$$

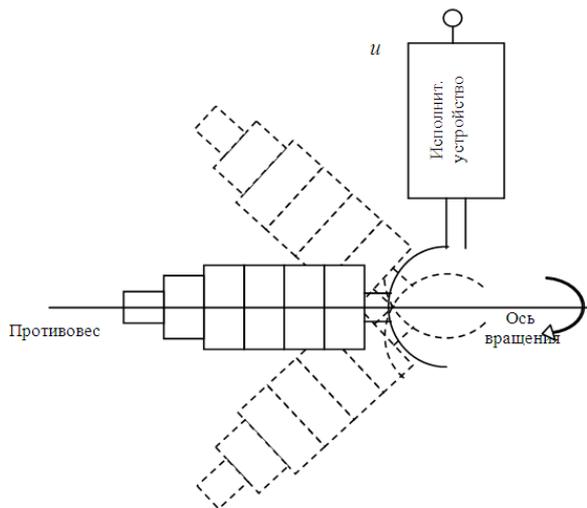


Рис. 1. Привод рефлектора

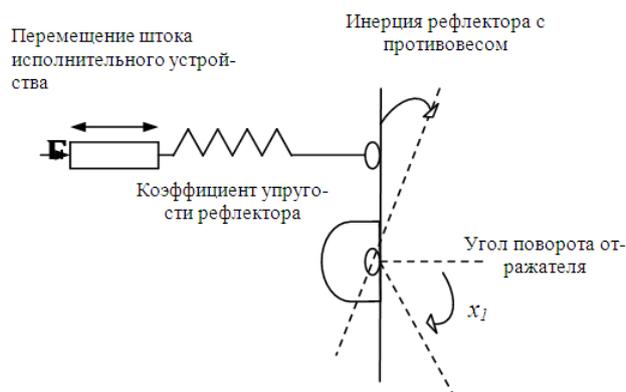


Рис. 2. Эквивалентная механическая схема рефлектора

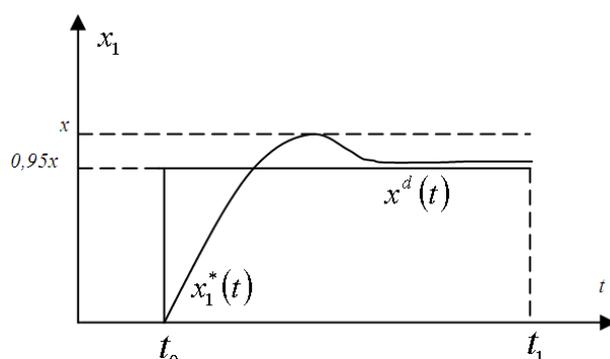


Рис. 3. Реакция управляемой системы

Первое необходимое условие экстремума критерия ошибки представляет собой уравнение управления:

$$2u(t) + \frac{k}{J} \lambda_2(t) = 0 \quad (6)$$

при

$$u^*(t) = -\frac{1}{2} \cdot \frac{k}{J} \cdot \lambda_2(t)$$

Передаточная функция гидравлического двигателя аппроксимируется соотношением:

$$W_4 = \frac{k_4}{(1 + pT_2)(1 + pT_3)} \quad (7)$$

где  $k_4 = 1(\text{rad} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1})$ ,  $T_2 = 0,2 \text{ s}$ ,  $T_3 = 0,05 \text{ s}$ .

Передаточная функция редуктора:

$$W_5(p) = \frac{\Omega_2}{\Omega_1} = \frac{1}{N} 0,05 \quad (8)$$

$$H_{c\lambda}^* - \frac{d}{dt} H_{cx}^* = 0$$

(уравнение Эйлера-Лагранжа), (9)

$$\begin{bmatrix} \dot{x} & H_{cx} \end{bmatrix}_{t_0}^t = 0$$

(условия трансверсальности), (10)

где  $H_{c\lambda} = \frac{\partial H_c}{\partial \lambda}$ ;  $H_{cx} = \frac{\partial H_c}{\partial x}$ .

Второе множество необходимых условий включает уравнения состояний (7) и (8). Третье множество необходимых условий включает сопряженные уравнения, которые имеют вид:

$$-\dot{\lambda}_1(t) = -2g_{11}$$

$$\left[ 0,95X - x_1(t) + \frac{2Mg_{21} [x_1(t)]^{m-1}}{X^{2m}} - \frac{c}{J} \cdot \lambda_2(t) \right], \quad (11)$$

$$-\dot{\lambda}_2(t) = -\lambda_1(t) - \frac{\tau}{J} \lambda_2(t) \quad (12)$$

Четвертое множество необходимых условий составляют условия трансверсальности, выведенные из (10). Эти условия имеют вид:

$$\lambda_1(t_0) - \text{произвольно};$$

$$\lambda_2(t_0) - \text{произвольно};$$

$$\lambda_1(t_1) = 0;$$

$$\lambda_2(t_1) = 0. \quad (13)$$

На рис. 3 показана реакция системы, которая имеет место при оптимальном управлении, начиная с исходного положения. Для получения точного вида реакции и соответствующей функции оптимального управления необходимо провести итерационные вычисления.

В итерационной схеме вычислений, когда интегрируются сначала уравнения состояний в прямом времени, а затем сопряженные уравнения в обратном времени, граничные условия, от которых производится интегрирование сопряженных уравнений, должны равняться конечным значениям переменных состояний, полученных при предыдущем интегрировании. Следует ожидать, что в обычных случаях граничные условия изменяются при переходе от одной операции к другой [1].

Список литературы:

1. Orava P. J., Lautala P. A. J. Back and forth Smoothing Method for solving Two-Point-Boundary-Value Problems. Journal of optimization Theory and Application. vol, 18, № 4, April, 1976.

## ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОПОДПОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ДЛИТЕЛЬНОГО МОНИТОРИНГА

Салямова К.Д., зав. лаборатории ИМ и СС АН РУз, док. техн. наук; Турдикулов Х.Х., мл. научный сотрудник ИМ и СС АН РУз.; Меликулов А.Д., ведущий инженер СУ-75, канд. тех. наук.

Водоподпорные сооружения (грунтовые плотины, дамбы, водохранилища, отвалы и т.п.), возводимые и эксплуатируемые в сейсмоактивных регионах республики подвергаются нагрузкам как статического (силы гравитации, естественные внешние нагрузки и т.д.), так и динамического (сейсмического) характера.

При динамическом расчете такого типа сооружений на сейсмические воздействия по «нормативной методике проектировщики ограничены возможностью получения лишь самых приблизительных оценок надежности: пути к главным резервам повышения экономичности конструкций сооружений для них закрыты, поскольку эти резервы обнаруживаются только при учете волнового характера динамических нагрузок (в т.ч. сейсмических) и связаны с необходимостью допущения необратимых деформаций сооружений» [1].

Для определения резервных возможностей работы грунтового сооружения при расчетах применяются различные нелинейные модели грунта (упругопластичность, дилатансия, линейно-стандартное тело) [2-4]. В данной статье:

а) предложена методика и алгоритмы комплекса прикладных программ динамического расчета грунтовых сооружений с учетом упругого и упругопластических свойств грунта и нестационарности сейсмического воздействия;

б) на примере конкретного грунтового сооружения (грунтовая плотина) в различные периоды ее заполнения 2009 г. (август, ноябрь), 2010 г. (май, август) при содействии института Сейсмологии АН РУз определенным характеристикам грунтов (скорости распространения поперечных и продольных волн) по различным поперечным сечениям использованы при расчетах;

в) результаты задачи-картины распределения напряжений, деформаций и смещений в сооружении сравниваются с данными натурных наблюдений (банк данных из КИА) в эти же периоды заполнения водохранилища;

г) сопоставлены расчетные напряжения с данными натурных наблюдений

(расположение грунтовых динамометров, показано на рис. 1).

**Постановка динамической задачи.** Поместим начало отсчета декартовой системы координат в нижнюю точку откоса грунтового сооружения и направим ось  $Ox$  вдоль основания по нижней поверхности. Пусть с момента времени  $t > 0$  на нее со стороны основания начинает действовать динамическое воздействие. Если принять действующее воздействие по всей нижней поверхности сооружения, то отпадает необходимость исследования поведения и действия основания. Уравнения движения плоско деформированного сооружения имеют вид:

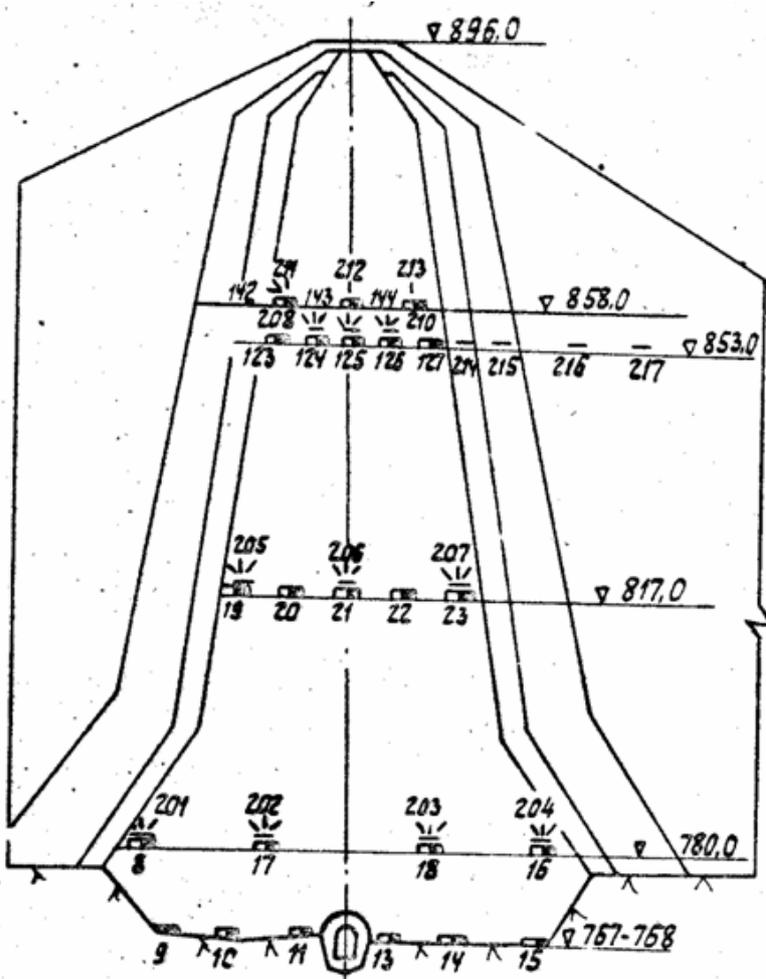


Рис. 1. Схема расположения динамометров и пьезодинамометров:

■ - пьезодинамометр; ▭ - розетка динамометров

$$\begin{aligned} \rho \frac{dU_x}{dt} &= \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y}, \\ \rho \frac{dU_y}{dt} &= \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} - \rho g, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\rho$  - плотность;

$U_x, U_y$  - скорости частиц;

$P$  - давление грунта;

$S_{xx}, S_{yy}, \tau_{xy}$  - компоненты девиатора напряжений;

$g$  - ускорение силы тяжести.

Естественно, полные напряжения при этом вычисляются по формуле:

$$\begin{aligned} \sigma_{xx} &= S_{xx} + P, & \sigma_{yy} &= S_{yy} + P, \\ \sigma_{zz} &= S_{zz} + P, \end{aligned} \quad (2)$$

где:

$$P = P(\theta, \theta, I_s, \dots); S_{ij} = S_{ij}(\varepsilon_{ij}, \varepsilon_{ij}, I_s, \dots). \quad (3)$$

Уравнения состояния грунтового сооружения (3) принимаем в конкретном виде в зависимости от применяемой модели деформирования грунта. В данном варианте модель деформирования грунта центральная часть сооружения (суглинок) принимаем в виде упругопластической модели С.С. Григоряна [2-3]:

$$\begin{aligned} \frac{dS_{xx}}{dt} + \lambda S_{xx} &= 2G \left( \frac{d\varepsilon_{xx}}{dt} - \frac{dV}{3Vdt} \right), \\ \frac{dS_{yy}}{dt} + \lambda S_{yy} &= 2G \left( \frac{d\varepsilon_{yy}}{dt} - \frac{dV}{3Vdt} \right), \\ \frac{dS_{zz}}{dt} + \lambda S_{zz} &= 2G \left( \frac{d\varepsilon_{zz}}{dt} - \frac{dV}{3Vdt} \right), \\ \frac{d\tau_{xy}}{dt} + \lambda \tau_{xy} &= 2G \frac{d\tau_{xy}}{dt}, \end{aligned} \quad (3)$$

с заданием более общей зависимости предела прочности от давления в обобщенном условии Мизеса:

$$2J_2 = S_{xx}^2 + S_{yy}^2 + S_{zz}^2 + 2\tau_{xy}^2 \leq 2Y(P)^2/3, \quad (4)$$

$$Y(P) = Y_0 + \frac{\mu P}{1 + \mu P / (Y_{PL} - Y_0)}, \quad (5)$$

где  $K, G$  - соответственно модули объемного сжатия и сдвига;

$V = \rho_0 / \rho$  - относительный объем;

$Y_0$  - сцепление;

$m$  - коэффициент трения;

$Y_{PL}$  - предельное значение сдвиговой прочности упругой наброски (камень);

$I$  - функционал, который определяется по следующей формуле:

$$\lambda = 0 \text{ при } J_2 < Y(P)^2/3,$$

$$\lambda = \frac{2GW - dJ_2/dt}{2J_2} \text{ при } J_2 = Y(P)^2/3 \quad (6)$$

$$\text{где } W = \sum_{j=x,y,z} S_{jj} \left( \frac{d\varepsilon_{jj}}{dt} - \frac{dV}{3Vdt} \right) + \tau_{xy} \frac{d\varepsilon_{xy}}{dt}.$$

К системе уравнений (1)-(7) необходимо добавить соотношения, связывающие компоненты скоростей деформации с массовыми скоростями соотношения Коши:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{xx} &= \frac{\partial V_x}{\partial x}, \quad \varepsilon_{yy} = \frac{\partial V_y}{\partial y}, \quad \varepsilon_{xy} \\ &= \left( \frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{\partial V_y}{\partial x} \right) / 2, \end{aligned} \quad (7)$$

и уравнения неразрывности грунта

$$\frac{dV}{dt} - V \cdot \left( \frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial U_y}{\partial y} \right) = 0. \quad (8)$$

Система дифференциальных уравнений (1)-(8) замкнута и вместе с начальными и граничными условиями описывает напряженно-деформированное состояние рассматриваемого сооружения при динамических нагрузках. Начальные условия принимаем нулевыми. Граничные условия - откосы считаются свободными от напряжений или прикладывается гидростатическое давление, а по нижней поверхности (основание) сооружения прикладывается сейсмическая нагрузка типа реальной велосигммы землетрясения, записанной в грунтовой основе сооружения [5].

Решение вышеприведенной системы уравнений (1)-(8) осуществляется с помощью численного метода конечных разностей по схеме, предложенной М. Уилкинсом [6].

**Численный расчет.** В качестве примера расчета рассмотрена грунтовая плотина Чарвакской ГЭС с кусочно-неоднородными физико-механическими характеристиками, боковые упорные призмы (горная масса), переходные зоны (песчано-гравийный грунт) и ядро состоит из суглинка, обладающий упруго-пластическими свойствами. Геометрические и физико-механические параметры плотины были предоставлены ОАО Гидропроект. Высота руслового сечения 168 м; ширина гребня 12 м; откосы 1:2.;1:1.885; начальная плотность каменной наброски - 1900 kg/m<sup>3</sup>; начальная плотность материала суглинка - 1750 kg/m<sup>3</sup>; прочностные показатели упругих каменных набросок соответственно равны E=6,21 GPa, n=0,3, соответствующие параметры для суглинка - E=3,105 GPa, Y<sub>0</sub>=0,6 МПа, Y<sub>PL</sub>=12 МПа.

Здесь приводятся варианты, когда а) грунт сооружения однородный-упругий (на графиках пунктирная линия) и б) грунт сооружения кусочно-неоднородный, т.е. упорные части упругие, центральная часть ядро – упругопластическое (на графиках – сплошная линия).

Результатом решения динамической задачи - графики зависимостей напряжений, смещений, деформаций от времени воздействия в характерных точках пригребневой зоны, в откосной зоне, в центральной части ядра, у подошвы центра ядра.

Для частиц в ядре и у подошвы центра ядра учет упругопластических свойств грунта приводит к уменьшению значений (до нуля) горизонтальных смещений, а вертикальных - выявлению остаточных смещений.

Максимальные значения напряжений, в основном, занимают верхнюю пригребневую (вблизи свободной поверхности) (рис. 2).

По сравнению с упругим вариантом, в верховом откосе образуется зона сжимающих, а в нижнем откосе растягивающих касательных напряжений. В верховой и откосной зонах также наблюдаются участки нулевых напряжений.

На рис. 3 показано распределение скоростей поперечных волн в теле Чарвакской плотины, использованных при расчете и полученные при содействии института Сейсмологии в августе 2010 г.

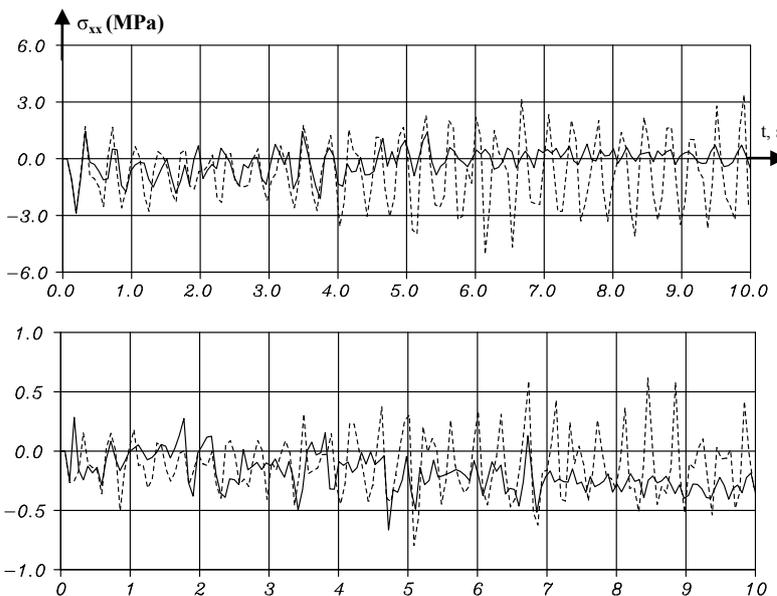


Рис. 2. Зависимость напряжений в верхней откосной зоне сооружения по времени  $t$  (s): а) горизонтальных  $\sigma_{xx}$  (MPa); б) вертикальных  $\sigma_{yy}$  (MPa)

Как видно из рисунка, скорости распространения поперечных волн уменьшаются с увеличением высоты плотины, что согласуется с данными других авторов.

Результаты расчетов задач статики - напряженно-деформированное состояние плотины под действием сил гравитации и гидростатического давления были сравнены с данными натурных наблюдений, имеющихся на плотине.

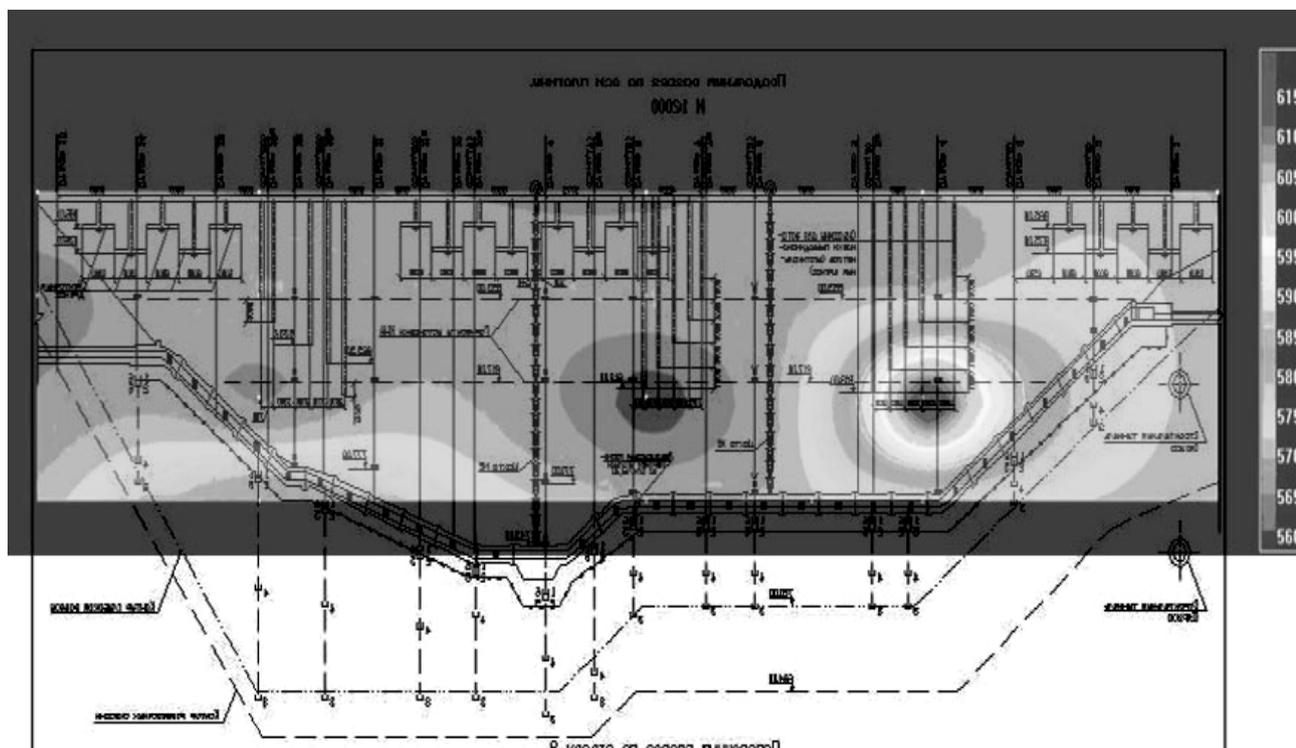


Рис.3. Распределение скорости распространения поперечных волн в теле плотины

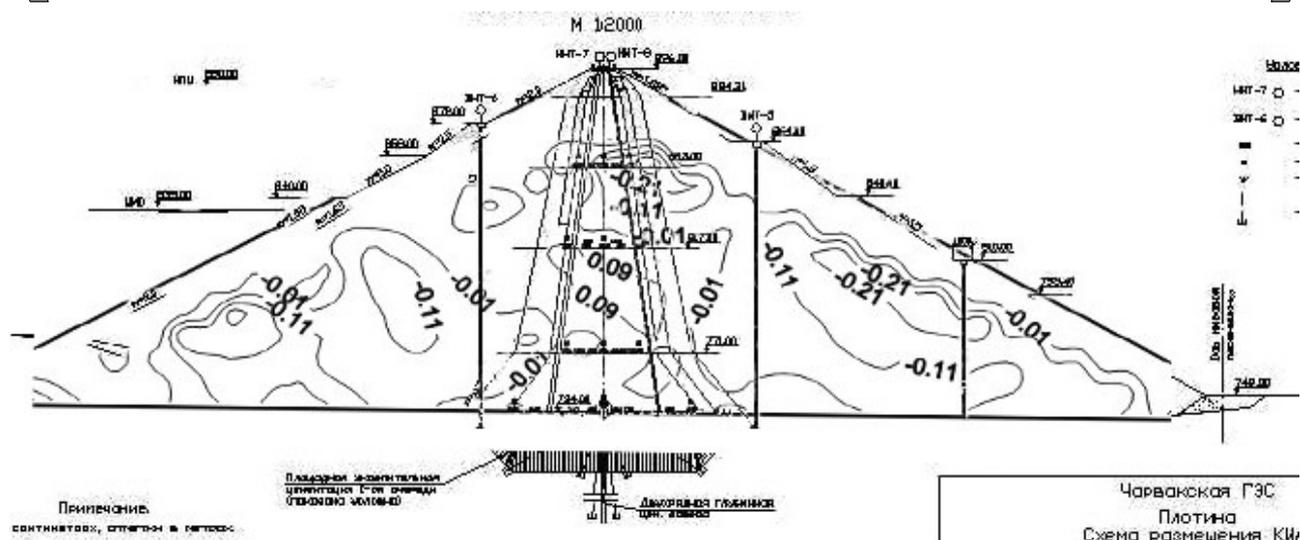


Рис. 4. Сопоставление расчетных линий равных горизонтальных напряжений  $\sigma_{xx}$  (МПа) (упругий вариант) под действием сил гравитации при минимальном уровне воды в водохранилище с данными приборов, по ядру

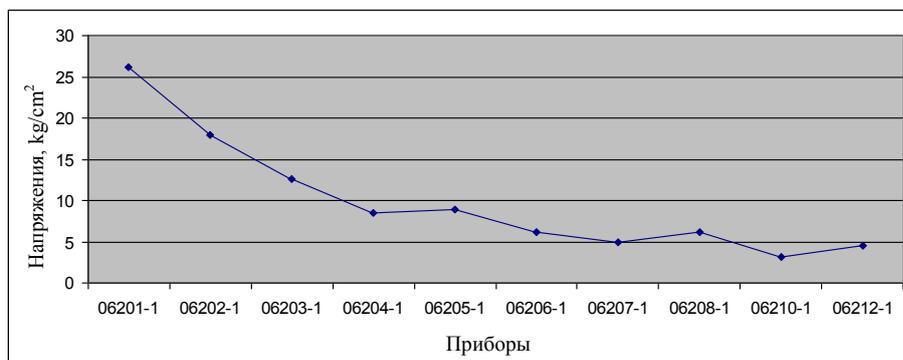


Рис. 5. Зависимость горизонтальных напряжений по ядру плотины от показания приборов (грунтовые динамометры) при фиксированной отметке водохранилища

На рис. 4 показано сопоставление расчетных данных, горизонтальных напряжений с данными натурных наблюдений (данные приборов).

Процент сходимости результатов 10÷15% получено сопоставление расчета с данными натурных наблюдений.

На рис. 5 показана зависимость горизонтальных напряжений по ядру по показаниям приборов (рис. 4) в плотине при фиксированной отметке водохранилища на 5 августа 2010 г.

Как видно из рис. 5, горизонтальное напряжение увеличивается по сравнению с предыдущим вариантом (наименьший уровень воды); наибольшее значение напряжения приходится на переходные зоны, а далее их значения уменьшаются, так как у ядра (суглинок) наименьший коэффициент фильтрации т.е. поведение напряжений в ядре аналогично с кривой депрессии.

Численный анализ полученных результатов показывает, что учет упругопластических

свойств грунта, а также нестационарного характера сейсмического воздействия при динамических расчетах грунтовых сооружений позволяет:

- спрогнозировать НДС;
- определить зоны, где сжимающие напряжения невелики (у бермы, у поверхности откосов), что может привести к возникновению трещин разрыва;
- зоны, где возникают неравномерные смещения в смежных сечениях (переходная зона, ядро) сооружения.

**Список литературы:**

- 1.Иващенко И.Н. Инженерная оценка надежности грунтовых плотин. М.:Энергоатомиздат.1993.140с.
- 2.Григорян С.С. Об основных представлениях динамики грунтов // ПММ. – 1960. Т.24. № 6. С.1057-1072.
- 3.Григорян С.С. Некоторые вопросы математической теории деформирования и разрушения твердых горных пород // ПММ. 1967. Т.31. № 4. С.643-669.
- 4.Султанов К.С., Саямова К.Д. Динамика грунтовых гидротехнических сооружений с учетом нелинейного деформирования материала грунта. //Узб. Ж.Проблемы механики. 2005.С.38-42.
5. Иващенко И.Н., Нуртаев Б.С. Моделирование записей землетрясений для расчета надежности плотин.//Сб.научных трудов Гидропроектвузвип.150.М.1988.-С.41-47.
- 6.Wilkins M.L. Calculation of elastic-plastic flow.//Methods compulate. New-York.London.Acad.Press.-1964.v.3.-P.211-263.

# ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РАБОТЫ КОМБИНИРОВАННОЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ

**Ахметов А.А.**, ст. научный сотрудник специального конструкторского бюро «Трактор», канд. тех. наук

Качество обработки почвы в каждом конкретном почвенно-климатическом условии зависит от правильного выбора технологической схемы работы комбинированной почвообрабатывающей машины.

В целях выбора наиболее приемлемой к почвенно-климатическим условиям Республики Узбекистан технологической схемы, были исследованы шесть вариантов комбинированной почвообрабатывающей машины с принудительным приводом ротора.

В первом варианте - на раме машины был установлен только ротор.

Во втором - ротор, кожух и фартук-выравниватель. При этом кожух и фартук-выравниватель в исходном положении создавали над ротором замкнутое пространство, а при критических ситуациях, т.е., когда происходит сгуживание почвы перед фартуком-выравнивателем, за счет кинематической связи фартука-выравнивателя с кожухом, между ними образуется щель, через которую высыпается излишняя часть сгуживаемой почвы.

В третьем варианте - ротор, кожух и фартук-выравниватель. В отличие от второго варианта, здесь между кожухом и фартуком-выравнивателем изначально устанавливается щель для выноса из зоны воздействия ротора излишней части почвенной призмы волочения, образующейся во время работы перед фартуком-выравнивателем.

В четвертом варианте - ротор, кожух, фартук-выравниватель и каток. При этом кожух и фартук-выравниватель были установлены так же, как во втором варианте.

В пятом варианте - ротор, кожух, фартук-выравниватель и каток. При этом, кожух и фартук-выравниватель были установлены так же, как в третьем варианте.

В шестом варианте - пассивный рабочий орган, ротор, кожух, фартук-выравниватель и каток. При этом, кожух и фартук-выравниватель были установлены, как во втором варианте.

Почва участка, где проводились эксперименты, среднезасоленный серозем. Влажность и твердость почвы по горизонтам 0-5, 5-10 и 10-15 см соответственно составляет 18,09%; 20,78%; 21,7% и 0,67; 0,84; 1,76 МПа.

Результатами сравнительных экспериментальных исследований установлено, что наилучшие показатели по качеству крошения почвы достигаются при четвертом варианте, а наименьшее значение этого показателя - у первого варианта, т.е. 69,7 и 32,57 %.

Из-за наличия кожуха и фартука-выравнивателя во всех вариантах, за исключением первого, почвенные комки, отброшенные ротором, ударяясь об кожух, дополнительно разрушаются, и падают перед фартуком - выравнивателем. При этом оставшиеся не разрушенными почвенные комки раздавливаются или же вдавливаются в почву фартуком - выравнивателем или же перемещаются вместе с почвенной призмой до тех пор, пока не подвергнутся повторному воздействию ротора. Поэтому в этих вариантах технологической схемы работы комбинированной почвообрабатывающей машины качество крошения почвы значительно выше, чем в первом варианте.

Применение катка, как при наличии пассивного рабочего органа, так и без него, повышает качество крошения почвы на  $8,1 \div 8,8$  % в сравнении с другими вариантами и увеличивает плотность почвы в среднем на  $0,10 \div 0,25$  g/cm<sup>3</sup>.

Некоторое снижение качества крошения почвы при применении пассивного рабочего органа объясняется увеличением содержания комков размерами более 10 мм, вдавливаемых фартуком-выравнивателем в почву.

При предварительном рыхлении почвы пассивным рабочим органом эффективность уплотнения поверхностного (0-10 см) слоя почвы уменьшается в среднем на  $0,08 \div 0,11$  g/cm<sup>3</sup>.

В пятом варианте происходит как бы послойное уплотнение почвы. Причем кратность уплотнения почвы по слоям будет различной. Здесь основная масса обрабатываемой почвы подвергается двукратному уплотнению, сначала фартуком-выравнивателем, а затем катком. Тогда как пересыпающаяся через щель часть обрабатываемой почвы подвергается только воздействию катка, т.е. уплотняется всего один раз катком. В результате такого послойного уплотнения, при этом с различной кратностью, возрастает эффективность уплотнения почвы, поэтому в этом варианте наибольшая плотность почвы равная на  $1,27$  g/cm<sup>3</sup>.

## Основные выводы:

1. Исследованиями установлено, что для получения мелкокомковатой поверхностной обработки почвы на глубину до 12 см в почвенно-климатических условиях Республики Узбекистан приемлем четвертый вариант технологической схемы.

2. Исследованиями также установлено, что для более глубокой обработки почвы на глубину до 18 см - шестой вариант технологической схемы работы комбинированной почвообрабатывающей машины с принудительным приводом ротора.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЧИСЛА ЗУБЬЕВ ВЕДУЩЕГО РОТОРА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ РОТАЦИОННОГО БЕСПРИВОДНОГО РЫХЛИТЕЛЯ

**Ахметов А.А.**, ст. научный сотрудник специального конструкторского бюро «Трактор», канд. тех. наук, **Атакулов Х.К.**, директор Навоийского филиала «Узсельхозмашлизинг» АПК, канд. техн. наук

В специализированном конструкторском бюро (СКБ) «Трактор» разрабатывается семейство новых универсально-пропашных и хлопководческих тракторов с мощностью двигателя до 130 л.с. и повышенными эксплуатационными параметрами. Параметры этих тракторов обеспечивают возможность использования комбинированных машин, выполняющих несколько агроопераций за один проход агрегата.

Особенно данный вопрос важен для предпосевной подготовки почвы под посев хлопчатника, где краткие сроки посевного периода требуют подготовку почвы в сжатые агротехнические сроки, желательна за один проход агрегата.

С этой точки зрения представляют большой интерес научно-исследовательские работы, проведенные в Узбекском научно-исследовательском институте механики и электрификации по созданию комбинированной почвообрабатывающей машины. Одним из таких машин является ротационный бесприводной рыхлитель, совмещающий глубокое (до 18 см) рыхление почвы с мелкокомковатой поверхностной (до 10 см) ротационной обработкой с последующим ее уплотнением.

Качество работы этого рыхлителя в основном зависит от параметров и режима работы ведущего ротора, так как он за счет создаваемого им крутящего момента приводит во вращательное движение ведомого ротора, обеспечивающего мелкокомковатую обработку поверхностного слоя почвы.

Если учесть, что угловая скорость вращения ведущего ротора зависит от его поступательной скорости и определяется выражением:

$$w_{\theta} r_{ep} = V_n (1 - \delta_c), \quad (1)$$

где,  $w_{\theta}$  – угловая вращения, рад/с;

$r_{ep}$  – радиус ведущего ротора, м;

$V_n$  – поступательный скорость, м/с;

$\delta_c$  - коэффициент скольжения.

При заданном радиусе ведущего ротора и ширине захвата его зуба основным параметром, определяющим величину крутящего момента, является число зубьев, одновременно находящихся во взаимодействии с почвой, которое при заданной ширине захвата ротора зависит от расстояния между смежными дисками и числа зубьев, закрепленных на них.

Необходимое значение крутящего момента на валу приводного ротора, следовательно, расстояние между смежными дисками и числом зубьев, закрепленных на них, определяется так, чтобы угловая скорость вращения приводимого им ведомого ротора была бы достаточной для обработки почвы до требуемого качества крошения.

Результаты исследования показали (табл.1), что при неизменном расстоянии между смежными дисками с увеличением числа зубьев, закрепленных на одном диске, качество крошения почвы возрастает, а скольжение ведущего ротора уменьшается. Тогда как увеличение расстояния между смежными дисками приводит к снижению качества крошения почвы и некоторому росту скольжения ведущего ротора.

Видимо, это объясняется тем, что с увеличением числа зубьев при неизменном расстоянии между смежными дисками, ровно также с уменьшением междискового расстояния при неизменном числе зубьев на одном диске, возрастает приводной момент на валу ведущего ротора. И он полнее обеспечивает необходимый момент для привода ведомого ротора, что подтверждается снижением коэффициента скольжения ведущего ротора.

### Основные выводы:

1. Установлено, что наиболее рациональными параметрами ведущего ротора, с точки зрения качества обработки почвы и снижения скольжения ведущего ротора, являются - число зубьев, закрепленных на одном диске в количестве 8 шт., расстояние между смежными дисками 200 мм и поступательная скорость движения 2,5÷2,6 м/с.

2. Исследованиями также установлено, что использование рациональных параметров ведущего ротора с угловой скоростью не ниже 25,12 рад/с в почвообработке качество их крошения увеличивается на 8,7% по сравнению исходных агротехнических требований. При этом подача на нож составляет не более 10 см, что вполне приемлемо для полевых ротационных почвообрабатывающих машин.

**Таблица 1**

**Качество крошения почвы и скольжение ведущего ротора**

Наименование показателей	Значение показателей при различных расстояниях между смежными дисками и числа зубьев		
	$L_0 = 200 \text{ mm}$		$L_0 = 400 \text{ mm}$
	$Z_n = 8 \text{ шт}$	$Z_n = 4 \text{ шт}$	$Z_n = 8 \text{ шт}$
Качество крошения почвы, %			
>100	0	1,73	3,70
100-50	9,95	13,54	11,47
50-25	13,38	14,98	15,01
25-10	17,97	17,59	18,88
<10	58,70	52,16	50,94
Скольжение, %	16,46	26,66	19,90

# О НЕКОТОРЫХ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Ражабов Б.Ж., нач. отдела Министерства высшего и среднего специального образования

Узбекистан вошел в третье тысячелетие в условиях коренного реформирования политической, социально-экономической и духовно-культурной сфер жизни общества, в том числе, системы непрерывного образования и подготовки кадров. От того, как быстро будет преодолен разрыв в качестве продукции и услуг между Узбекистаном и развитыми странами, зависит перспектива Узбекистана выступать на равных партнёрских отношениях в роли гармонично развитой передовой страны с высоким технологическим уровнем и качеством жизни граждан, соответствующим стандартам XXI века. Поэтому качество является одним из важнейших факторов реализации национальных интересов Узбекистана в экономической, социальной, международной, информационной, образовательной сферах деятельности [1].

Двадцать первый век часто называют «веком качества». Понятие «качество» становится расширяющей категорией, включающей все новые аспекты - от качества **продукции** и услуг, труда, здравоохранения, образования, культуры, окружающей среды до качества жизни.

В Узбекистане, как и в других развивающихся странах мира, в последнее время уделяется большое внимание вопросам качества образования. Интеллектуальный потенциал общества, напрямую определяющийся качеством высшего образования, является важнейшим фактором не только экономического и социального развития, но и фактором экономической и политической самостоятельности республики.

Формирование системы управления и контроля качества образования, управления системой непрерывного образования в целом и её реализация - являются приоритетными направлениями государственной образовательной политики, национальной модели и программы по подготовке кадров, самостоятельным крупным направлением научного поиска и актуальной задачей науки.

Управление качеством образования – это сложная, многофункциональная проблема, решение которой осуществляется на нескольких уровнях: государственном, межотраслевом, отраслевом, регио-

нальном, на уровне образовательного учреждения. На государственном уровне управление качеством образования осуществляется на основе и с помощью законов Республики Узбекистан «Об образовании» и «О Национальной программе по подготовке кадров», решений правительства, государственных образовательных стандартов и т.д. На ведомственном уровне – это деятельность министерств народного, высшего и среднего специального образования, министерств и ведомств, имеющих образовательные учреждения, приказы и инструктивные документы уполномоченных органов управления образованием [2, 3].

Проблема повышения качества образования в системе образования Республики Узбекистан актуализировалась в последние годы. Видимым выражением этой тенденции является введение соответствующих понятий в нормативные документы, а также развитие институциональных механизмов, обеспечивающих управление качеством образования.

Между тем, есть основания утверждать, что постановка проблемы повышения качества образования обусловлена не только изменениями системы управления образованием, но, в первую очередь, глубинными изменениями в обществе, развитием техники и технологий.

Процесс управления качеством существует, но его влияние на движение к стратегическим целям минимально. Во всех высших образовательных учреждениях Республики Узбекистан имеются службы управления учебным процессом (учебная часть или научно-методическое управление), научно-исследовательские секторы и другие подразделения. Как показывают материалы по деятельности лучших зарубежных университетов, процедура самообследования и самоанализа вуза с общих позиций качества образования должна быть постоянной.

Великие мыслители Ближнего и Среднего Востока – Абу Рейхан Мухаммед ибн Ахмед аль-Бируни, Абу Али Хусейн ибн Абдаллах ибн Сина, Абу Юсуф Якуб ибн Исхак Кинди (аль-Кинди), Абу Муни аль-Кубадияни аль-Марвази Насир Хосров, Абу Джафар Мухаммед ибн Мухаммед ибн Хасан Абу Бакр Носир ад-Дин Туси, Абу Наср ибн Мухаммед

Фараби (аль-Фараби), Гиясадин Абуль Фатх ибн Ибрахим Омар Хайям, Мухаммед ибн Муса Хорезми (аль-Хорезми) и многие другие ученые-просветители отводили особую роль в воспитании и образовании подрастающего поколения. Учеными-энциклопедистами были разработаны сущность, методы, формы, средства и принципы обучения и воспитания, ими было заложено много педагогических идей, которые востребованы в настоящее время, и являются актуальными в решении вопроса управления качеством образования [4].

Решение задачи повышения качества образования определяющим образом влияет на эффективность функционирования и развития целостной системы обучения в вузе и составляющих ее образовательных процессов. При этом наиболее качественной признается такая организация образовательного процесса, при которой знания приобретаются в контексте модели будущей деятельности с опорой на реальные жизненные ситуации. Среди многочисленных проблем остается проблема диагностики и оценки качества образования, поскольку диагностика является обязательным компонентом любой образовательной системы. Однако необходимо не только уметь диагностировать уровень качества образования, но и определить условия, при которых будет обеспечиваться требуемое качество образования.

Современные требования к системе высшего образования формулируются по следующим направлениям:

- совершенствование качества подготовки специалистов, как ключевая задача государственной политики в образовании;
- проектирование образовательных процессов в соответствии с результатами анализа и прогнозирования потребностей рынка труда;
- формирование партнерских отношений между государством, работодателем и образованием;
- расширение организационного обучения (т.е. повышением квалификации самих сотрудников вузов на основе анализа и реконструкции своей образовательной деятельности). Основные результаты

теоретического и экспериментального исследования, которые сводятся к следующему.

Специфика современного этапа развития представлений о качестве в контексте новой доктрины образования в Республике Узбекистан, а также политики модернизации требует существенного переосмысления как исходных оснований категории качества, применительно к педагогическому образованию, так и разработки новых механизмов управления качеством на всех уровнях образовательной системы. В частности, одним из важных направлений такого концептуального переосмысления, с нашей точки зрения, является переход от категории педагогического образования к категории педагогического образования, более полно соответствующей как специфике государственных образовательных стандартов профессионального образования, так и задачам модернизации системы педагогического образования.

Концептуальным обобщением практики по контролю, мониторингу и управлению качеством педагогического образования в условиях современного педагогического вуза, является понятие системы качества педагогического образования, имеющей несколько подсистем:

- подсистема стандартизации педагогического образования, необходимая для исполнения всей совокупности государственных требований к уровню, организации и качеству образовательной деятельности вуза;
- подсистема менеджмента качества педагогического образования, предназначенная для оперативной диагностики, коррекции и оптимизации основных процессов и ресурсов образовательной системы (учет обученности студентов, использование современных образовательных технологий, реконструкция научно-инновационной среды вуза);
- подсистема проектирования качества, в рамках которой осуществляется выработка единой политики вуза в отношении качества, а также - стратегий разработки практико-ориентированных систем качества и создания необходимых организационно-управленческих условий для их эффективного функционирования.

#### Список литературы

1. Каримов И.А. Гармонично развитое поколение – основа прогресса Узбекистана: Речь Президента на XI сессии Олий Мажлиса Республики Узбекистан 29 августа 1997 года. –Ташкент: Шарқ, 1998. –63 с.
2. Закон “Об образовании” Республики Узбекистан //Гармонично развитое поколение – основа прогресса Узбекистана. –Ташкент: Шарқ, 1997. –63 с.
3. Национальная программа по подготовке кадров //Гармонично развитое поколение – основа прогресса Узбекистана. –Ташкент: Шарқ, 1997.– 63 с.
4. Тиллашев Х.Х. Общепедагогические и дидактические идеи ученых-энциклопедистов Ближнего и Среднего Востока эпохи Средневековья. –Ташкент: Фан, 1989. – 148 с.

## ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

Носирова Ш.Н., доцент НГГИ, канд. тех. наук; Мустафина Э.Ф., студентка НГГИ

Возможности современных информационно-коммуникационных технологий безграничны, они развиваются с большой скоростью. А их внедрение становится одной из приоритетных стратегических задач страны. Мы живём в информационном веке и становимся свидетелями того, как информация в жизни человека и общества выходит за рамки простой необходимости и превращается в политическое и общественное средство воздействия, в созидательную и разрушительную силу.

Как отмечает Президент Республики Узбекистан И.А. Каримов: «Большой прорыв за последние годы совершен в сфере информационных и коммуникационных технологий, систем телекоммуникаций. За короткий период времени в республике создана разветвленная система коммуникационной связи, обеспечивающая оперативную и надежную телефонную связь в любой точке нашей страны. Уровень охвата цифровыми сетями телекоммуникаций городов республики превысил 86%. Дальнейшее повышение уровня информационного обслуживания неразрывно связано с широким подключением к международной системе «Интернет». И в этом направлении за последние годы произошли разительные перемены».

Во всех сферах нашего общества – в управлении, банковском, предпринимательском, издательском, образовании и других рынках предоставления услуг широко внедряются информационные технологии. Неукоснительно рождается вопрос: какие преимущества создало их внедрение и к чему может привести в ближайшем будущем?

Когда компьютеры стали широко использоваться в образовании, появился термин «новая информационная технология обучения». Вообще говоря, любая педагогическая технология – это информационная технология, так как основу технологического процесса обучения составляет информация и ее движение (преобразование). На мой взгляд, более удачным термином для технологий обучения, использующих компьютер, является компьютерная технология.

Компьютерные технологии открывают совершенно новые, еще не исследованные технологические варианты обучения, связанные с уникальными возможностями современных компьютеров и телекоммуникаций. Компьютерные (новые информационные) технологии обучения – это процессы подготовки и передачи информации обучаемому, средством осуществления которых является компьютер.

Компьютерная технология может осуществляться в следующих трех вариантах:

1) «проникающая» технология (применение компьютерного обучения по отдельным темам, разделам для отдельных дидактических задач);

2) основная, определяющая, наиболее значимая из используемых в данной технологии частей;

3) монотехнология (когда все обучение, все управление учебным процессом, включая все виды диагностики, мониторинг, опираются на применение компьютера).

Основные цели компьютерных технологий: формирование умений работать с информацией, подготовка личности «информационного общества», формирование исследовательских навыков. Компьютер может использоваться на всех этапах процесса обучения: при объяснении (введении) нового материала, закреплении, повторении и контроле. При этом он может выполнять функции преподавателя, рабочего инструмента, объекта обучения, сотрудничающего коллектива.

В настоящее время уже имеется значительный список всевозможных обучающих программ, к тому же сопровождаемых и методическим материалом, необходимым учителю. Обучающие программы предоставляют практически безграничные возможности как учителю, так и ученику, поскольку содержат хорошо организованную информацию. Обилие иллюстраций, анимаций и видеофрагментов, гипертекстовое изложение материала, звуковое сопровождение, возможность проверки знаний в форме тестирования, проблемных вопросов и задач дают возможность ученику самостоятельно выбирать не только удобный темп и форму восприятия материала, но и позволяют расширить кругозор и углубить свои знания.

В обучающих программах изначально реализована идея игры. Звуковое и графическое оформление большинства программ (интерфейс) позволяет ребенку воспринимать их как «игры». Множество игровых ситуаций и заданий, встречающихся в такой программе, делают процесс обучения максимально увлекательным. Обучающие программы предоставляют и возможности компьютерного моделирования опытов и экспериментов в игровой форме.

Разнообразный иллюстративный материал, мультимедийные и интерактивные модели поднимают процесс обучения на качественно новый уровень. Нельзя сбрасывать со счетов и психологический фактор: современному ребенку намного интереснее воспринимать информацию именно в такой форме, нежели при помощи устаревших схем и таблиц. При использовании компьютера на уроке информация

представляется не статичной неозвученной картинкой, а динамичными видео- и звукорядом, что значительно повышает эффективность усвоения материала.

Интерактивные же элементы обучающих программ позволяют перейти от пассивного усвоения к активному, так как учащиеся получают возможность самостоятельно моделировать явления и процессы, воспринимать информацию не линейно, с возвратом, при необходимости, к какому-либо фрагменту, с повторением виртуального эксперимента с теми же или другими начальными параметрами.

В качестве одной из форм обучения, стимулирующих учащихся к творческой деятельности, можно предложить создание одним учеником или группой учеников мультимедийной презентации, сопровождающей изучение какой-либо темы курса. Здесь каждый из учащихся имеет возможность самостоятельного выбора формы представления материала, компоновки и дизайна слайдов. Кроме того, он имеет возможность использовать все доступные средства мультимедиа, для того, чтобы сделать материал наиболее зрелищным.

Компьютерное тестирование, как и любое тестирование, также дает возможность индивидуализировать и дифференцировать задания путем разноуровневых вопросов. К тому же, тесты на компьютере позволяют вернуться к неотреботанным вопросам и сделать «работу над ошибками».

Тестирование с помощью компьютера также гораздо более привлекательно для ученика, нежели традиционная контрольная работа или тест. В-первых, ученик не связан напрямую с учителем, он общается, в первую очередь, с машиной. Во-вторых, тесты также могут быть представлены в игровой форме. Естественно, что такое тестирование не вызовет у ученика стресса или отрицательных эмоций.

Метод проектов полностью реализуется в мультимедийных презентациях и других компьютерных проектах. Подобные проекты могут быть выполнены с помощью информационных технологий (здесь, кстати, неоценимую помощь может предоставить Интернет).

Большие возможности для использования метода проектов предоставляет и компьютерное моделирование. Здесь речь уже идет о том, что разработка компьютерной модели того или иного процесса или явления уже сама по себе является видом проективной деятельности. Если учащийся владеет приемами программирования, то в этом случае он имеет возможность глубоко проникнуть не только в самую суть явления, но и в его математическую модель, которую затем необходимо воплотить в зрительный образ.

Компьютерное моделирование эксперимента позволяет каждому ученику выполнять задание в удобном для него ритме, по-своему менять условия эксперимента, исследовать процесс независимо от

других учащихся. Это также способствует выработке исследовательских навыков, побуждает к творческому поиску закономерностей в каком-либо процессе или явлении.

Работа над проектом побуждает ученика не только к глубокому изучению какой-либо темы курса, но и к освоению новых программ и программных продуктов, использованию новейших информационных и коммуникационных технологий. Несомненно, что здесь решаются многие задачи личностно ориентированного обучения.

Таким образом, компьютер, как рабочий инструмент, используют при подготовке текстов, для хранения информации, для выполнения графических построений, в расчетах любого профиля с оформлением результатов в различном виде и при моделировании процессов. Компьютер предоставляет преподавателю следующие возможности:

- использовать учебную информацию в электронном виде, которая полностью или частично заменит книгу;
- качественно новый уровень наглядных пособий с использованием мультимедийных возможностей;
- тренажер;
- средство диагностики и контроля.

Совершенно уникальные возможности для совершенствования и самообразования представляет всемирная сеть Internet:

- обмен мнениями с коллегами из всех частей мира;
- привлечение научной и культурной информации из всех музеев, университетов и хранилищ мира в самые короткие сроки;
- обзор самых современных достижений.

Но при этом широкое распространение информационных технологий создало ряд проблем, в частности, проблему информационной перегруженности учащихся, отсутствие достаточного количества компьютерной техники, необходимости ориентироваться в избыточном количестве информации. Исследования группы ученых показали, например, что объем некоторых учебных программ совершенно не соответствует возможностям даже самого талантливого учащегося. Между тем, объем информации, которая должна быть усвоена, за последнее время вырос на 30%.

К тому же с использованием Интернет-технологий появились и проблемы, связанные с широко применяемой реферативной работой учащихся. Чтобы избежать «скачивания» материала из ресурсов Интернета либо использования имеющейся базы готовых рефератов на различных носителях информации, темы реферата формулируются так, чтобы учащийся, по крайней мере, воспользовался различными источниками, выбрав оттуда материал, соответствующий предложенной теме.

Но Интернет-технологии не столь важны для работы на уроке. Скорее, они помогают как учителям

лю, так и ученику при изучении какой-либо темы, предоставляя обширный учебный или методический материал.

Можем сделать вывод, что увеличение электронных ресурсов (электронные учебники, электронные доски, виртуальные лаборатории и т.п.) дает возможность для самостоятельного и быстрого освоения материала учащимися за короткий период времени, получение научной и культурной информации в самые короткие сроки, получить доступ к самым современным достижениям науки и техники. Большую пользу может принести использование обучающих программ, ресурсов Интернета и электронных энциклопедий для расширения кругозора учащихся, получения дополнительного материала, выходящего за рамки учебника.

Бесспорно, что в современной школе компьютер не решает всех проблем, он остается всего лишь многофункциональным техническим средством обучения. Не менее важны и современные педагогические технологии и инновации в процессе обучения, которые позволяют не просто «вложить» в каждого обучаемого некий запас знаний, но, в первую очередь, создать условия для проявления познавательной активности учащихся.

Таким образом, современные педагогические технологии в сочетании с современными информационными технологиями могут существенно повысить эффективность образовательного процесса, решить стоящие перед образовательным учреждением задачи воспитания всесторонне развитой, творчески свободной личности.

УДК 37.378:1;378.12

© Ишмаматов М.Р., Музаффарова Л.Н. 2011 г.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОБЛЕМНО-диалогической ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Ишмаматов М.Р., доцент кафедры «АУ и информационные технологии» НГПИ; Музаффарова Л.Н., ст. преподаватель кафедры общей математики НГПИ

Концепция реформирования образования, разработанная в Узбекистане, предусматривает в качестве важнейших целей: переориентацию системы образования на рыночную экономику и открытое общество; создание равных возможностей для получения образования, как условие повышения уровня жизни населения; улучшение системы финансирования образования с целью обеспечения стабильного и качественного предоставления образовательных услуг и повышение эффективности использования ресурсов; совершенствование управления сектором образования [1].

Каждый человек в течение своей жизни должен сделать творческое дело, полезное не только для себя, но и для других людей. Каждый человек должен творить в области своих интересов и на уровне своих возможностей.

Для воспитания у студентов умения выбрать творческую цель жизни необходимо применение на занятиях информатики новых педагогических и информационных технологий.

Чем богаче представление преподавателя о многообразии методов и многосторонности каждого взаимодействия с его студентами, тем более сочным, живым, действенным, осознанным явится избираемый комплекс методов. В своей работе преподаватели никогда не ограничиваются выбором одного какого-то метода, а ищут сочетание многих из них. Практика показывает, что наибольший педаго-

гический эффект дают те занятия, при построении которых планируется не менее трех и не более шести приемов обучения; более активное усвоение студентами знаний обеспечивается при условии, когда продолжительные (более трудоемкие) приемы работы применяются в начале занятия, а менее продолжительные - к концу; лучшие результаты в усвоении знаний наблюдаются при соблюдении условия, что вслед за приемами, формирующими правильное понимание, используются приемы, способствующие прочному запоминанию, а уж затем – направленные на отработку быстроты усвоения, а не наоборот.

Методология - не свод готовых ответов, это тончайший инструмент диалектического познания и преобразования действительности, законов научного, социального и профессионального мышления. Учитель подчеркивает важность умения соотнести имеющиеся знания с целями, условиями и способами педагогической деятельности. Знания превращаются в инструмент профессиональной деятельности учителя только в системе психолого-педагогической подготовки. Это ядро профессиональной компетентности преподавателя. Она дает ему возможность строить деятельность на высоком научно-педагогическом уровне, изучать, описывать и объяснять реальные педагогические явления, принимать обоснованные профессиональные решения, добывать и пополнять психолого-педагогические и методические знания [2].

Все это сочетание на занятии методических приемов обучения обеспечивает рост учебных возможностей каждого студента, повышает его уверенность в собственных силах, в целом благотворно влияет на формирование личности.

Важную роль в использовании воспитательных возможностей курса информатики играет научно-обоснованный выбор и применение методов обучения, их умелое сочетание, методически правильное использование тех приемов преподавания, в которых реализуется данный метод и которые способствуют формированию у студентов определенных личностных качеств. Например, такой прием преподавания, как создание проблемной ситуации, ведет к применению студентами анализа, сопоставления, обобщения, переноса знаний в новую ситуацию, выдвижение гипотез. Это формирует пытливость, стремление к поиску истины, творческий подход к порученному делу, самостоятельность, способность иметь собственное мнение, желание и умение это мнение отстаивать.

Считаем, что наиболее актуальным в настоящее время является использование проблемно-диалогического обучения (авторский курс Е. Л. Мельниковой)[3].

Всем ясно, что студенты усваивают лучше не то, что получили готовеньким и зазубрили, а то, что открыли сами и выразили по-своему. Таким образом, занятие с проблемным методом дает более прочные знания, обеспечивает творческое усвоение знаний. Это значит, что студент проходит четыре звена научного творчества: постановку проблемы и поиск решения - на этапе введения знаний; выражение решения и реализацию продукта - на этапе воспроизведения (проговаривания) знаний. При этом студент формулирует учебную проблему, открывает субъективно новое знание и выражает его в простых формах [4-6].

**Диалог**, как двусторонняя информационная смысловая связь, является важнейшей составляющей процесса обучения.

Классификационные параметры технологии по:

- уровню применения: **общепедагогическая**;
- философской основе: **диалектическая**;
- основному фактору развития: **социогенно-психогенная**;
- концепции усвоения: **ассоциативно-рефлекторная**;
- ориентации на личностные структуры: **всесторонне-гармоническая**;
- характеру содержания: **обучающая, воспитательная, гуманистическая, общеобразовательная, проникающая**;
- организационным формам: **аудиторная**;
- подходу к ребенку: **педагогика сотрудничества**;
- категории обучаемых: **массовая, продвинутая**;
- преобладающему методу: **проблемно-**

**поисковая, творческая, диалогическая, игровая.**

Постепенно все активнее набирает силу ВУЗ нового исторического типа - ВУЗ развития. Его важнейшей характеристикой является проблемное обучение, что дает основание утверждать: проблемное обучение - сегодняшний и завтрашний день педагогики. Проблемное обучение нужно каждому преподавателю ВУЗа!

Например, материал курса информатики дает возможность варьировать самые разнообразные сочетания приемов выдвижения учебных проблем в соответствии с целями и задачами обучения.

Более активное включение студентов в процесс познания достигается сочетанием рассуждающего метода с диалогическим. Такая работа требует включения системы вопросов и небольших заданий исполнительского и проблемного характера. Повышая активность студентов в процессе усвоения, преподаватель информатики одновременно обеспечивает многократное повторение известных знаний в процессе их применения в новых ситуациях и осуществления обратной связи, контроль за ходом усвоения знаний. Выбор исследовательского или эвристического метода, которые учат студентов основам творческой деятельности, часто требует перестройки содержания учебного материала.

Технология проблемного диалога даёт развернутый ответ на вопрос, как учить, чтобы студенты ставили и решали проблемы. При изучении нового материала на занятии по информатике должны быть реализованы 2 задачи: постановка учебной проблемы и поиск ее решения. **Постановка проблемы** - это этап формулирования темы занятия или вопроса для исследования. **Поиск решения** - этап открытия и формулирования нового знания. Слово «диалог» в названии технологии подразумевает, что постановку проблемы и поиск решения студенты осуществляют в ходе специально выстроенного преподавателем диалога. Преподаватель сначала помогает студентам поставить учебную проблему, т.е. сформулировать тему занятия или вопрос для исследования, тем самым вызывая у студентов интерес к новому материалу, формируя познавательную мотивацию. Затем посредством диалога преподаватель организует поиск решения, или «открытие» нового знания.

Технология продуктивного чтения ориентирована на формирование типа правильной читательской деятельности и включает в себя 3 этапа работы с текстом.

**I этап.** Работа с текстом до чтения.

1) Антиципация (предвосхищение, предугадывание предстоящего чтения). Определение смысловой, тематической, эмоциональной направленности текста, выделение основных моментов, ключевых слов, предшествующей тексту иллюстрации с опорой на читательский опыт.

2) Постановка целей занятия с учётом общей (учебной, мотивационной, эмоциональной, психоло-

гической) готовности студентов к работе.

**II этап.** Работа с текстом во время чтения.

1) Первичное чтение текста. Самостоятельное чтение в аудитории или чтение-слушание, или комбинированное чтение (на выбор преподавателя) в соответствии с особенностями текста. Выявление первичного восприятия (с помощью беседы, фиксации первичных впечатлений, смежных видов искусств - на выбор преподавателя). Выявление совпадений первоначальных предположений студентов с содержанием, эмоциональной окраской прочитанного текста.

2) Перечитывание текста. Медленное «вдумчивое» повторное чтение (всего текста или его отдельных фрагментов). Анализ текста (приёмы: диалог с автором через текст, комментированное чтение, беседа по прочитанному, выделение ключевых слов и проч.). Постановка уточняющего вопроса к каждой смысловой части.

3) Беседа по содержанию текста. Обобщение прочитанного. Постановка к тексту обобщающих вопросов. Обращение (в случае необходимости) к отдельным фрагментам текста.

4) Выразительное чтение.

**III этап.** Работа с текстом после чтения.

1) Концептуальная (смысловая) беседа по тексту. Коллективное обсуждение прочитанного, дискуссия. Соотнесение читательских интерпретаций (истолкований, оценок) произведения с авторской позицией. Выявление и формулирование основной идеи текста или совокупности его главных смыслов.

2) Работа с материалами учебника, дополнительными источниками.

3) Работа с заглавием, иллюстрациями. Обсуждение смысла заглавия.

4) Творческие задания, опирающиеся на какую-либо сферу читательской деятельности студентов (эмоции, воображение, осмысление содержания, художественной формы).

Технология оценивания образовательных достижений (учебных успехов) предполагает следование ряду правил:

**Правило 1.** Оценивается любое действие, но баллом фиксируется только решение полноценной задачи.

**Правило 2.** Преподаватель и студент определяют балл в диалоге. Студент имеет право аргументировано оспорить выставленный ему балл.

**Правило 3.** Балл ставится за каждую учебную задачу или группу заданий-задач, показывающих овладение отдельным умением.

**Правило 4.** Баллы выставляются в таблицу требований (рабочий журнал преподавателя).

**Правило 5.** За задачи, решённые при изучении новой темы, балл ставится только по желанию студента, так как в процессе овладения умениями и знаниями по теме он имеет право на ошибку.

**Правило 6.** Балл студента определяется по уни-

версальной шкале трёх уровней успешности (необходимый, повышенный и максимальный).

**Правило 7.** Итоговые баллы рекомендуется определять не просто отрезок учебного года, а за учебный модуль (блок тем), который изучали в этот отрезок учебного времени. Итоговый балл - это показатель уровня образовательных достижений.

В современном обществе меняются приоритеты образования. Студент должен иметь не только знания, умения и навыки, но и уметь организовывать собственную учебную деятельность, иметь готовность и способность учиться дальше. Исходя из этих целей, необходимо использовать новую организацию совместной деятельности. В развивающей образовательной системе реализуется технология проблемно-диалогического обучения, которая помогает студентам самостоятельно открывать знания. На смену монологу приходит диалог. Диалог (от греческого разговор, беседа) - форма речи, состоящая из регулярного обмена высказываниями, репликами, на языковой состав которых влияет непосредственное восприятие речевой деятельности говорящих.

При построении диалогового занятия надо учитывать, что диалог - это форма общения. Диалоговое занятие не получится, если присутствуют факторы, тормозящие диалог:

1. Категоричность преподавателя, нетерпимость к другому мнению, к ошибке.

Навязывание своего мнения, обилие дисциплинарных замечаний, авторитаризм.

2. Отсутствие внимания.

3. Закрытые вопросы, которые предполагают односложные ответы или вопросы, на которые вообще отвечать не нужно.

4. Неумение преподавателя быть хорошим слушателем. Слушание часто бывает критическим: недослушивание, перебивание, негативная оценка услышанного.

Необходимыми условиями организации учебного диалога являются:

а) снятие факторов, тормозящих общение преподавателя со студентами;

б) восприимчивость к чужому мнению, стремление не оценить, а услышать и принять мнение студента;

в) владение преподавателем технологией организации предметного диалога.

Говоря об учебном диалоге, следует учитывать ряд организационных моментов:

- ни одна из реплик не должна остаться без ответа;

- учебный диалог ограничен во времени;

- если студент не активен, он испытывает недостаток знаний;

- учебный диалог требует полных ответов;

- учебный диалог требует предварительной подготовки.

Таким образом, в самом определении «проблемно-диалогическое» первая часть означает,

что на занятиях должны быть проработаны два звена: постановка учебной проблемы и поиск её решения. Слово «диалогическое» означает, что постанов-

ку учебной проблемы и поиск решения студенты осуществляют в ходе специально выстроенного диалога.

#### Список литературы:

1. Курбанов Ш., Сейтхалилов Э. Управление качеством образования. Монография. - Т.: «Шарк», 2004 г.
2. Шодиев Р.Д. Дидактические основы реализации проблемы понимания в учебно-познавательной деятельности // Автореф. дисс. докт. пед. наук. – Ташкент, 2004. – 43 с.
3. Мельникова Е.Л. Проблемно-диалогическое обучение. Авторский курс. – Москва, 2010
4. <http://articles.excelion.ru>.
5. <http://neive.by.ru>
6. <http://articles.excelion.ru/science/>

УДК 004.658

© Равшанов М., Эргашев И.Ю., Мирзаева М.Н., Нурматова Г. Х. 2011 г.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИХ БАНКОВ ДАННЫХ

**Равшанов М.**, доцент кафедры «Узбекских и иностранных языков» НГГИ, канд. филолог. наук, **Эргашев И.Ю.**, ст. преподаватель кафедры «Узбекских и иностранных языков» НГГИ, **Мирзаева М.Н.**, ассистент кафедры «Узбекских и иностранных языков» НГГИ; **Нурматова Г.Х.**, ассистент кафедры «Узбекских и иностранных языков» НГГИ

Использование терминологического банка данных (ТБД) позволяет не только автоматизировать подготовку различных видов терминологических словарей и указателей, а также такие традиционные терминологические процессы, как создание и ведение терминологических справочных картотек и распространение терминологической информации в отрасли, но и значительно расширяет существующие возможности этих работ, позволяя, например:

- тиражировать нужное количество раз однажды введенную информацию или ее часть;
- оперативно выдавать специалистам различные виды информации о терминах в самых разнообразных комбинациях на основе различных сочетаний признаков;
- обмениваться информацией с другими банками данных на машиночитаемых носителях (таким образом, значительно расширяя объем ввода информации без необходимости ее трудоемкой предварительной разработки);
- собирать и хранить огромное количество информации, что дает уникальную возможность инвентаризации максимального количества информации о терминологии с привлечением разнообразных источников, отражающих состояние специальной лексики на разных этапах развития языка;
- быстро получать самые различные статистические сведения о введенных в ТБД терминах и их свойствах и т.д.

Этот перечень достоинств ТБД показывает, почему в нашей стране и за рубежом в настоящее время проектируется и разрабатывается большое число различных терминологических банков данных. Эта работа весьма трудоемка и требует определенных затрат материальных ресурсов. Поэтому необходи-

мо знать определенные принципы проектирования и разработки ТБД [1-7].

Для разработки ТБД необходимо предварительно определить:

- его назначение, функции и основные задачи;
- состав и конфигурацию его обеспечивающих и функциональных систем;
- средства его технической и программной реализации;
- модель организации составляющих его фактографического и документального фондов;
- состав и организацию элементов терминологических данных) по международному нормативному документу «элемент терминологических данных» - наименьшая независимая единица информации, применяемая для описания понятия).

При проектировании отраслевых ТБД необходимо учитывать и особенности внешней среды их функционирования и, в первую очередь, то место, которое они займут среди других отраслевых автоматизированных систем. Так, в 1980-1990 гг. появилась тенденция к совмещению терминологических средств и средств лингвистического обеспечения информационных систем. В результате этого, расширяются функции ТДБ, которые могут использоваться как банки лингвистических данных и играть роль автономных подсистем в составе автоматизированных информационных систем. При этом отраслевой терминологический фонд используется для корректировки и пополнения отраслевых дескрипторных словарей и одновременно с этим обогащаются данные об использовании терминов в информационных документах. В последнее время появилась и тенденция интеграции ТБД с базами знаний, о чем более подробно будет сказано ниже.

Поскольку терминологический банк данных по существу является автоматизированным словарем, на него распространяются положения общей теории терминографии. В связи с этим реализация терминологического банка данных, включающая комплекс его обеспечивающих и функциональных подсистем, состав и организацию элементов терминологических данных, в значительной степени определяется такими факторами, как его назначение, функции, предметная область, адресная ориентация, основные задачи и возможности, которые в совокупности и составляют ориентацию ТБД.

Анализ литературы о наиболее известных существующих и проектируемых терминологических банках данных позволяет выделить следующие типы назначения ТБД:

- справочно-информационное обслуживание специалистов различных областей знания, занимающихся разработкой стандартов на технологию и продукцию, подготовкой отчетов о научноисследовательской работе, составлением учебной и справочной литературы, подготовкой публикаций, преподавательской работой, редактированием специальной литературы, а также преподавателей иностранных языков, студентов, литературных редакторов и некоторых других категорий пользователей;

- обеспечение традиционного перевода научно-технической литературы;

- обеспечение автоматизированных систем переработки текста, включая системы машинного перевода научно-технической литературы, систем автоиндексирования и авторубрицирования информационных документов и запросов, автореферирования информационных документов;

- лингвистическое обеспечение автоматизированных систем информации, управления, проектирования;

- обеспечение работ по упорядочению терминологии и проведению терминологической экспертизы;

- автоматизация подготовки и издания терминологических словарей и указателей;

- обеспечение терминологических и лингвистических исследований.

Большинство существующих банков терминологических данных создавалось для обеспечения перевода научно-технической литературы, однако впоследствии, к этому постепенно добавлялись и другие задачи и в настоящее время в больших ТБД наблюдается тенденции к полифункциональности. Так, основная задача ТБД МФРЯ (Машинного фонда русского языка) – автоматизация сбора, обработки и ведения Фонда русской терминологии и с этим тесно связаны справочно-информационное обслуживание специалистов всех областей знания, обеспечение лингвистических и терминологических исследований и автоматизация подготовки различных видов словарей. В то же время терминологические данные

ТБД МФРЯ могут быть использованы и для других целей из числа перечисленных выше, а ТБД МФРЯ, в свою очередь, будет получать и использовать терминологические данные из различных видов существующих автоматизированных систем.

Каждый тип назначения ориентирован на конкретную категорию пользователей и требует наличия определенных элементов терминологических данных. Так, например, основная часть запросов к справочной терминологической службе связана с определением границ значений терминов, статуса и характера их употребления, а также с поиском существующих нормативных документов и других материалов, регламентирующих употребление терминов. Переводчикам необходимы точные эквиваленты терминов на иностранных языках с информацией об особенностях их употребления или русские эквиваленты иноязычных терминов. Автоматическая переработка текста требует наличия грамматической информации о терминах для морфологического, словообразовательного и синтаксического анализа и синтеза текстов. Использование терминов в качестве лексических единиц информационно – поисковых языков требует наличия сведений об их семантических парадигмах – синонимических, гипонимических (родовидовых), партитивных и ассоциативных связях, а также об их употребительности в информационных документах. Обеспечение терминологических работ предполагает, в первую очередь, снабжение терминологов данными об уже упорядоченных терминах данной и смежных предметных областей, а также информацией о функционировании терминов. И, наконец, для подготовки различного рода лексикографических материалов и проведения лингвистических и терминологических исследований необходимы самые разнообразные сведения, включая фонетическую и графемную характеристику терминов, данные о способах и моделях их образования, сфере функционирования, а также примеры их употребления.

Все словари (а ТБД следует рассматривать как автоматизированный словарь особого типа) выполняют две основные функции – инвентаризационную и/или нормативную. Существует ряд словарей, ориентированных на преимущественное выполнение либо инвентаризационной функции (словари диалектов, неологизмов, исторические сокращения, иностранных слов, переводные, частотные), либо нормативной функции (терминологические стандарты, сборники рекомендуемых терминов).

1. Информативный (содержащий нестандартизованные данные, сопровождаемые оценочными характеристиками).

2. Описательный (содержащий все разряды данных без оценочных характеристик) вопрос функции ТБД, по-видимому, не ограничивается выбором состава информации, а проявляется и в подходе к информации. На первом этапе организации ТБД сбора

терминологической информации, по-видимому, вполне оправдан инвентаризационный подход, когда наиболее существенным является максимальное описание существующей терминологии и имеющейся о ней информации, зафиксированной в различных источниках.

В связи с тем, что ТБД служит и средством упорядочения терминологии, а также в связи с необходимостью обмена информацией между разными ТБД, рано или поздно возникает вопрос о качественной оценке терминологической информации. Если на первом этапе хранящаяся в ТБД терминологическая информация обычно привязана к терминам, упорядоченным в алфавитной последовательности, то в дальнейшем наблюдается стремление к структурированию информации путем ее систематизации и перехода от термино-ориентированных ТБД к понятийно-ориентированным ТБД, структурно организованных на основе классификаций и тезаурусного представления.

Таким образом, учет факторов, определяющих характер ТБД и в совокупности составляющих его ориентацию, приводит к выводу о целесообразности сочетания в нем инвентаризационного и нормативного подходов. Инвентаризационный подход проявляется в следующих тенденциях:

- к максимальному охвату и полному, всестороннему описанию специальной лексики;
- к охвату как можно большего числа разнообразных источников, отражающих все возможные аспекты функционирования специальной лексики;
- к максимальному учету всех возможных способов использования информации, заложенной в ТБД, и задачи, которые могут быть решены с его помощью;
- максимальному расширению круга заинтересованных организаций для сотрудничества в разработке и развитии ТБД.

Прямым следствием этого является необходимость предусмотреть в формате записи терминологической информации ТБД максимальное число полей для описания информации, которая может содержаться в источнике, «лежать на поверхности» и не требует от регистратора специальных знаний и основательной подготовки, не нуждается в сложных процедурах переработки. Например, в переводных словарях кроме информации об иноязычных эквивалентах, часто представлены сведения о тематической отнесенности, об особенностях употребления тех или иных терминов (тематические, стилистические и ареальные пометы, сведения о грамматических особенностях, хронологическом статусе, употребительности терминов и другие данные). Самая разнообразная информация может содержаться в существующих толковых и энциклопедических словарях и упускать эту информацию из-за отсутствия в предмашинном формате специальных полей крайне нежелательно. Разнообразные виды терминологи-

ческой информации могут быть также получены в машиночитаемой форме из существующих систем машинного перевода и автоматизированных систем научно-технической информации, где, по примерным подсчетам, хранится информация о более 1 млн. русских терминов.

Резервирование полей для терминологической информации необходимо также потому, что в автоматизированных системах пересмотр и корректировка отдельных характеристик (в особенности добавление и изменение полей формата и программ) в работающей системе связаны, как правило, с большими объемами работ, расходом трудовых и материальных ресурсов, часто глобальной перестройкой, а в ряде случаев и невозможны. Даже исключение отдельных параметров и полей, что является более легкой операцией, приводит к дополнительным работам по чистке записанных массивов, их переработке и уплотнению, что не всегда желательно и может отрицательно сказаться на работе системы.

Нормативный подход тесно связан с вопросом качества вводимой в ТБД информации и проявляется в стремлении:

- к единообразию в определении числа полей формата записи и организации порядка их следования, группировки и взаимосвязи в различных ТБД;
- к единообразию в организации терминологической информации в пределах полей и способах ее кодирования;
- к установлению единого общепринятого минимума рабочих полей, заполнение которых является обязательным для всех ТБД;
- к использованию единой системы классификации или совокупности совместимых классификационных систем для структурной организации терминологической информации.

Последней проблеме следует уделить внимание, так как она, наряду с проблемой установления единого унифицированного формата обмена информацией между участниками сети распределенного ТБД или отдельными ТБД, связана с выработкой средств обеспечения обмена терминологическими данными между ТБД. Сложность этого вопроса заключается в том, что в настоящее время ни одна из существующих классификаций информации не пригодна для классификации терминов. По всей вероятности, оптимальная была бы тезаурусная классификация, но она отсутствует в связи с незавершенностью работы по созданию единого Тезауруса. Поэтому рекомендуется использовать имеющиеся по данной тематике информационно-поисковые тезаурусы, что позволит применять существующие автоматизированные системы научно-технической информации (их подсистемы лингвистического обеспечения) в качестве основы для создания ТБД.

Таким образом, сочетание нескольких основных целей ТБД, разнообразие состава его пользователей и возможность решения с его помощью ряда задач обуславливают стремление к максимальному расширению перечня вводимых в него данных и выполнению

им как инвентаризационной, так и нормативной функций. Инвентаризационный подход проявляется, прежде всего, в стремлении к максимальному охвату специальной лексики и полноте ее описания. Для этого рекомендуется привлекать к работе по созданию и ведению ТБД как можно большее число организаций.

Для установления единообразия в представлении терминологической информации в различных ТБД рекомендуется ввести элементы нормативности в виде единого входного формата записи терминологической информации, единых правил его заполнения и единого перечня обязательных и факультативных полей формата.

#### Список литературы:

1. Шмелев Д.Н. Проблемы семантического анализа лексики. М.: 1973.
2. Селиверстова О.Н. Компонентный анализ многозначных слов. М.: 1975.
3. Караулов Ю.Н. Общая и русская идеография. М.: 1976.
4. Степанов Ю.С. Основы общего языкознания. М.: 1975.
5. Баранов О.С. Идеографический словарь русского языка. М.: 2008
6. Караулов Ю.Н. Частотный словарь семантических множителей. М.: 1980.
7. Тезаурус научно-технических терминов. М.: 1972

УДК 37.01.378

© Ҳайтова О.С. 2012 г.

## ЁШ АВЛОДНИ ТАРБИЯЛАШДА МАЪНАВИЯТ МЕЗОНЛАРИНИНГ ЎРНИ

Ҳайтова О.С., НДКИ «Ижтимоий фанларлар» кафедраси мудири, доценти, т.ф.н.

Бугунги ахборот оқими шиддатли бўлган даврда чинакамига маънавиятли ва маърифатли одамгина инсон кадрини билиши, ўз миллий ва маънавий қадриятларини, миллий ўзлигини англаши, эркин ва озод жамиятда яшаши, юртимизни жаҳон ҳамжамиятида ўзига муносиб ўрин топишида фидойилик қилиши табиий. Дарҳақиқат, Президентимиз таъбири билин айтадиган бўлсак, юксак маънавиятга эга бўлган халқ ҳеч кимга ҳеч қачон қарам бўлмайди, ўзининг эзгу мақсадларига албатта етади.

Инсонни юксалишида маънавият оламининг таъсири ва аҳамияти катта. Мустақил юртимиз ёшларининг бугунги маънавияти, маърифати, эртанги келажаги буюк давлат пойдеворининг қанчалик мустахкам бўлишини белгиловчи омиллардан биридир.

Президентимиз таъкидлаганидек: «Хар бир инсоннинг, айниқса, эндигина ҳаётга қадам қўйиб келаётган ёшларнинг онгига шундай фикрни сингдириш керакки, улар олдиларига қўйилган мақсадларга эришиш ўзларига боғлиқ эканлигини, тўла-тўқис фидокорлигига ва чексиз меҳнатсеварлигига боғлиқ эканлигини англаб етишлари керак. Худди шу нарса давлатимиз ва халқимиз равақ топишининг асосий шартидир.» Маънавий дунё тарбия, иймон-этикод ва илм билан бойийди, такомилга етади.

Миллий маънавиятимизни ҳар тамонлама юксалтириш масаласини ўз олдимизга асосий вазифа

қилиб қўяр эканмиз, бугунги кунда маънавиятимизни шакллантирадиган муҳим мезонларни англашимиз ва баркамол авлодни тарбиялашда маънавият мезонларига албатта мурожаат қилишимиз лозим.

Маънавиятни шакллантирадиган асосий мезонлар орасида маънавий мерос, маданий бойликлар, кўхна тарихий ёдгорликлар муҳим ўрин тутати.

Юртбошимизнинг «Юксак маънавияти энгилмас куч» китобида келтирилишича, мамлакатимиз худудидида мавжуд бўлган тўрт мингдан зиёд моддий-маънавий обида умумжаҳон меросининг ноёб намунаси сифатида ЮНЕСКО рўйхатига киритилган.

Аждодларимиз тафаккури ва даҳоси билан яратилган энг қадимги тошёзув ва битиклар, халқ оғзаки ижоди намуналаридан тортиб, бугунги кунда кутубхоналаримиз хазинасида сақланаётган минг-минглаб қўлёзмалар, уларда мужассамлашган тарих, адабиёт, саънат, сиёсат, ахлоқ, фалсафа, тиббиёт, минералогия, кимё астрономия, меъморчилик ва деҳқончиликка оид қимматбаҳо асарлар бизнинг буюк маънавий бойлигимиздир. Бунчалик катта меросга эга бўлган халқ дунёда камдан-кам топилади [1].

Мустақиллик йилларида кўхна тарихимиз, бой меросимиз, миллий давлатчилигимиз, муқаддас динимиз, урф - одат ва анъаналаримиз қайта тикланди. Бугунги кунда меҳр - оқибат, бағрикенглик, ҳамжихатлик каби олижаноблик фазилатлар, миллий ва умумбашарий қадриятларимизга ҳурмат, Ва-

танзим тақдири ва келажагига дахлдорлик туйғуси калбимиз тўридан ўрин олди.

Ота-боболаримизнинг асрлар давомида тўпланган ҳаётий тажрибаси, диний, ахлоқий, илмий, адабий қарашлари мужассамлашган ноёб тарихий ёдгорликлар орасида «Авесто» китоби алоҳида ўрин тутди.

Юртбошимиз раҳбарлигида амалга оширилган маънавий меросимизни тиклаш, ҳар томонлама ўрганиш ва тарғиб этиш борасидаги кенг қўламли ишлар доирасига «Авесто» китоби ҳам халқимизнинг маънавий мулкига айлантирилди. Китобнинг халқимиз ва миллий давлатчилигимиз тарихи, умумбашарий цивилизация ривожига бекиёс аҳамияти эътироф этилиб, 2001 йилда «Авесто» яратилганининг 2700 йиллиги республикамиз ва жаҳон тамаддунида кенг нишонланди.

«Авесто»нинг туб асл моҳиятини белгилаб берадиган «Эзгу фикр, эзгу сўз, эзгу амал» деган тамойилда ҳозирги замон учун беҳад ибратли бўлган сабоқлар борлигини кўриш мумкин ва бу сабоқлар ёшларимиз тарбиясида асқотади.

Маънавиятимизнинг юксалиши билан узвий боғлиқ яъни бир мезон, Президентимиз таъкидлаганидек, муқаддас динимиздир.

Муқаддас ислом динимизни пок сақлашимиз, уни турли хил ғаразли хуруж ва ҳамлалардан, туҳмат ва бўҳтонлардан ҳимоя қилиш, унинг асл моҳиятини униб-ўсиб келаётган ёш авлодимизига тўғри тушунтириш, ислом маданиятининг эзгу ғоялари меҳр-оқибат, диёнатли бўлиш, эзгу тарқатиш, олийжаноблик, адолатпешалик каби фазилатларни ёшларимиз орасида кенг тарғиб ва ташвиқ этиш ҳар бир зиёлининг, айниқса устоз мураббийларнинг муқаддас вазифасидир.

«Таассуфки, баъзан ислом дини ва диний ақидапарастлик тушунчаларни бир-биридан фарқлай олмаслик ёки ғаразли мақсадда уларни тенг қўйиш каби ҳолатлар кўзга ташланмоқда. Шу билан бирга, ислом динини ниқоб қилиб, манфур ишларни амалга ошираётган мутаассиб кучлар ҳали онги шаклланиб улгурмаган, тажрибасиз, ғўр ёшларни ўз тузоғига илтириб, бош-кўзини айлантириб, уларни ўзининг нопок мақсадлари йўлида фойдаланмоқда. Бундай ноҳўй ҳаракатлар аввал муқаддас динимизнинг шаънига доғ бўлишини охир-оқибатда эса маънавий ҳаётимизга салбий таъсир кўрсатишини барчамиз чуқур англаб олишимиз ва шундан хулоса чиқаришимиз зарур» [2].

Демак, ёшларимизни ҳар хил диний-экстремистик оқимларга кириб қолмаслиги учун биз профессор-ўқитувчилар матбуот, телевидение, Интернет ва бошқа оммавий ахборот воситалари, театр, кино, хуллас инсонни қалби, тафаккурига бевосита таъсир ўтказадиган барча соҳалардаги фаолиятини муҳим замон талаблари асосида янада кучайтиришимиз лозим. Бу борада эзгу инсоний ғоялар билан суғорилган, юксак маҳорат билан яратилган асарлар,

бой тарихий меросимиз асрашга ундайдиган, ривожлантиришга етаклайдиган телекўрсатувлар, видеофильмлар, ҳужжатли фильмларни кўриб туришга, шу кабилардан дарс жараёнларида кўпроқ фойдаланилса, албатта кўзланган мақсадимизга эришамиз.

Президентимиз таъбири билан айтган бўлсак, биз мустақилликка эришганимиздан сўнг Имом Бухорий, Имом Термизий, Имом Мотурудий, Бурхониддин Марғиноний, Абдуҳолик Ғиждувоний, Баҳоуддин Нақшбанд сингари азиз авлиёларимиз, Муҳаммад Мусо Хоразмий, Аҳмад Фарғоний, Абу Райҳон Беруний, Ибн Сино, Маҳмуд Замаҳшарий, Мирзо Улуғбек сингари алломаларимиз, Амир Темур, Жалолиддин Мангуберди каби буюк арбобларимиз, Алишер Навоий, Бобур мирзо каби мумтоз шоир ва мутафаккирларимизнинг номларини, асарларини том маънода қайтадан кашф этдик. Лекин бу улуг аждодларимизнинг жаҳон маданияти ва цивилизациясига қўшган буюк ҳиссасини ёшларимиз билладими? Албатта, биледи. Аммо, афсуски, аксарият ҳолларда умумий, юзаки тарзда биледи [3].

Шу боис буюк мутафаккир ва алломаларимизнинг ислом маданияти ва равнақида ҳисса қўшганлигини, жумладан, Имом Бухорий, Термизий, Имом Мотурудийларнинг ибратли ҳаёт йўллари, эзгулик ва инсонийликни ҳаётларининг мазмуни деб билганликларини талабаларимизга мисоллар билан тушунтиришимиз лозим бўлади. Демак, IX-XVI асрларда бемисл илмий-ижодий кашфиётлари билан жаҳон аҳлини ҳайратга солган Мусо Хоразмий, Аҳмад Фарғоний, Ибн Сино, Маҳмуд Замаҳшарий, Амир Темур, Алишер Навоий кабиларнинг илм-фан, миллий маънавиятимизни юксакликка кўтарганлигини, булар яратган бебаҳо меросдан халқимизни, айниқса ёшларимизни қанчалик кўп баҳраманд этсак, миллий маънавиятимизни юксалтиришда, жамиятимизда эзгу инсоний фазилатларни камол топтиришда шунчалик маърифий қуролга эга бўламиз. Улуғ аждодларимиз илмий ижодий мероси ва ибратли фаолиятини Қори Ниёзий, Ҳабиб Абдуллаев, Обид Содиков, Яхё Ғуломов, Бўрибой Аҳмедов, Ойбек, Ғафур Ғулом, Зулфия каби кўплаб машҳур илм-фан, адабиёт ва маданият арбоблари янги поғонага кўтаришди. Маънавий ҳаётимизни юксалтиришга оила, маҳалланинг роли ва таъсири бекиёс.

Инсоннинг бутун умри ўтадиган маҳалланинг хусусияти шундаки, унда яшовчи ҳар бир оила, шахс шу аҳил жамоа кўз ўнгида шаклланади, ҳар бир фуқаронинг ҳаёт тарзи, унинг нимага қодир ёки муҳтожлигини кўпроқ маҳалла биледи. Ҳар бир кишига ва унинг оиласи, қўшилари ва маҳалласи берадиган баҳо энг холис баҳодир. Турмуш билан боғлиқ ҳар қандай тадбир маҳалласиз ўтмайди. Маҳалла олдида халқимиз маънавиятини бойитиш, уларда миллий ифтихор ва ватанпарварлик руҳини кучайтириш, фуқароларни ўзини ўзи бошқариш тизимини янада такомиллаштириш, комил инсонни

тарбиялаш каби долзарб масалалар турганини этироф этмоғимиз лозим.

Бу ўринда талаба ёшларимизга қайси маҳаллада истиқомат қилишлари, маҳаллаларда олиб борилаётган тарбиявий ишлар хусусида фикр-мулоҳазалар алмашинувига эътибор қаратиш ўринли.

Айниқса, ёшларимизга тарбиянинг инсон камолоти, миллатимиз равнақида энг асосий шарт ва гарови эканлигини алоҳида таъкидлаш зарур.

«Шуни унутмаслигимиз керакки, келажагимиз пойдевори билим даргоҳларида яратилади, бошқача айтганда, ҳалқимизнинг эртанги куни қандай бўлиши фарзандларимизнинг бугун қандай таълим ва тарбия олишига боғлиқ» [2].

Мухтасар қилиб айтадиган бўлсак, ёш авлодни тарбиясида маънавий мезонларнинг алоҳида ўрни

мавжуд экан, биз устоз мураббийлар ёшларимизни юртимизни маънавий ва маданий меросини ўрганишга кенг имконият яратиш мақсадида вилоятимизнинг Қосим Шайх, Хожа Хисрав, Мир Саййид Баҳром, Работи Малик, Сардоба каби тарихий обидалари, муқаддас жойларига мустақиллигимиз шарофати билан бунёд этилган йирик иншоотларга, музейларга саёҳат-экскурсия уюштириш, «Устозшоғирд» тадбирини доимий ўтказиб бориш, юртимизга қарши ғоявий ва информацион ҳуружлар, улар ортида турган кучларни ғаразли мақсадларини фож килиш, ёшларимизни хушёрлик ва огоҳликка даъват этишга чорлайдиган тадбирлар, давра суҳбатлари, очиқ мулоқот, семинар тренинглари, видеоларлар, кинофильмлар кабилардан кенг фойдаланиш ижобий самара беради.

#### Фойдаланилган адабиётлар:

1. И.А. Каримов. *Тарихий хотирасиз келажак ўқ. Тошкент. «Шарқ», 1998.*
2. И.А. Каримов. *Юксак маънавият енгилмас куч. Тошкент. «Маънавият», 2008.*
3. И.А. Каримов. *Энг асосий мезон ҳаёт ҳақиқатини акс эттириш. Т. «Ўзбекистон.» 2009.*

УДК 322

© Xaqberdiyeva U.F., Muxiddinova N.B. 2012 г.

## INGLIZ TILI ZAMONLARINI FORMULALARDAN FOYDALANGAN HOLDA O'RGATISH

Xaqberdiyeva U.F., mustaqil tadqiqotchi; Muxiddinova N.B., navoiy texnika iqtisodiyot kolleji o'qituvchisi

*Grammatika quloqlar orqali chalinadigan pianinadir.*  
Molier

Bilamizki, grammatika har bir tilni o'rganishdagi asosiy bosqich sanaladi. Gaplardagi so'zlarning to'g'ri joylashuv tartibini bilish ravon va xatolarsiz so'zlashishning asosiy kalitidir. Ko'pgina yoshlar uchun grammatika eng qiyin va zerikarli aspekt hisoblanadi. Lekin o'qitish ishlari to'g'ri va oson olib borilganda, grammatikadan qiziq sohani topolmaysiz. Ko'p yillar davomida shu sohada izlanishlar olib borayotgan Alex Case grammatikani o'yinlar orqali o'rgatish muhimligi va samaradorligini ta'kidlab o'tadi. Yana bir shunday olimlar guruhini tashkil etgan Mumford, Steve, Simon va Darn grammatik xatolar darhol tuzatilishi, aks holda ular nutqning noto'g'ri shakllanishiga olib kelishi mumkinligini aytishadi. Mashhur o'quv saytlaridan biri bo'lmish onestopenglish.com grammatik xatolarni tuzatishga doir bir necha o'yinlarni keltirib o'tgan ("Error correction" maqolasi).

Hammamizga ma'lumki, ingliz tili xalqaro tillar tarkibiga kiradi. Shu asnoda, dunyo bo'ylab ko'pgina nufuzli universitetlar (Cambridge, Oxford, Harvard) ta'lim jarayoni ana shu tilda olib boriladi. Undan tashqari, ko'plab nodir kitoblar va darsliklar ingliz tilida yozilgan. Ona tilini mukammal bilish har birimizning burchimiz. Ammo bir tilni yaxshi bilish bilan ko'p narsaga erishib bo'lmaydi. Qolaversa yangi til o'rganish inson so'zlashuviga javob beruvchi mushaklarini rivojlantirishi yapon olimlari tomonidan isbotlangan. Yangi til bilish yangi dunyoni ochish demakdir.

Xalqaro diplom beruvchi universitetlar kirish imtihonlari TOEFL (Test of English as a foreign language), IELTS (International English Language Testing System) dasturlariga asoslangan. Grammatika ham bu dasturlarning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi.

Hozirgi kunda maktablarda ko'plab ingliz tili o'qituvchilari mavjud. Chunki ingliz tili maktab o'qitish dasturiga chet tili (EFL-English as a foreign language) sifatida kiritilgan. Grammatikani yaxshi bilgan o'qituvchi

vchigina uni o'rganuvchilarga yaxshi tushuntira oladi. Ammo uni a'lo darajada tushuntirish uchun faqatgina bilimning o'zi yetarli emas. O'quvchilari bu sohada yaxshi darajaga yetishishlarini xohlagan o'qituvchi grammatik qoidalarni samarali tushuntirish yo'llarini bilishi lozim. Aksariyat ingliz tili darslarida qoidalar o'rganuvchilarga yozdirilib, so'ng yodlashlari talab etiladi. Ammo ushbu qoidani og'zaki nutqda qo'llashga kelganda, ko'p o'rganuvchilar buning uddasidan chiqisholmaydi. Yuqorida aytib o'tilganidek, Alex Case grammatikani tushuntirishda o'yinlardan foydalanishni taklif etadi. Bu usul ham o'quvchilarning qiziqishlarini inobatga oladi, ham o'qituvchining xohishlarini o'zida aks etadi.

Grammatikadagi asosiy mavzulardan biri bo'lmish zamonlar (English Tenses) har bir o'quvchi uchun qiyinchilik yaratishi mumkin. Ingliz tilida 3 ta zamon-Present, Past, Future bor bo'lib, ular 4 ta aspekt yordamida yasaladi. Ular Simple (Indefinite)-oddiy, Progressive (Continuous)-davomiy, Perfect-tugallangan va Perfect Continuous lardir-davomiy tugallangan. Hammasi bo'lib zamonlar soni 12 tani tashkil etadi. Zamonlarni adashtirmay, yaxshi o'zlashtirish uchun formulalardan foydalanish samarali deb hisoblaymiz.

<b>Affirmative</b> Noun + verb (-s/-es)+secondary parts of speech
<b>Negative</b> Noun +do/does+ not+ verb +secondary parts of speech
<b>Interrogative</b> Do/does+ noun + verb +secondary parts of speech ?

Yuqorida ko'rsatilgan 3 ta formula Present Simple zamonining darak (affirmative), inkor (negative) va so'roq (interrogative) gap shakllaridir. Formulalar o'rganuvchilarga yodlash uchun beriladi. Present Simple zamonida gap tuzish kerak bo'lganda, o'quvchi kerakli formulani eslab gap bo'laklarini formulaga qo'ygan holda o'zi mustaqil va tez gap tuza olish imkoniyatiga ega bo'ladi. Formulaning o'zbek tilidagi izohi quyida berilgan:

Bu yerda : Noun- ega  
Verb- fe'l

Secondary parts of speech-gapning ikkinchi darajali bo'laklari (ingliz tilida asosan gapning oxirida keladi. Gap boshida yoki oxirida ham kelishi mumkin)

Xuddi shu formulalarga gaplar tuzadigan bo'lsak, ular quyidagicha bo'ladi:

<b>Affirmative</b> Noun + verb (-s/-es)+secondary parts of speech I + go + to school every day Darak Men maktabga har kuni boraman.
<b>Negative</b> Noun +do/does+ not+ verb +secondary parts of speech I + do + not +go +to school every day <b>Inkor</b> Men maktabga har kuni bormayman.
<b>Interrogative</b> Do/does+ noun + verb +secondary parts of speech ? Do + I + go + to school every day <b>So'roq</b> Men maktabga har kuni boramanmi?

Xuddi shu tarzda boshqa zamonlarga ham formula tuzsak bo'ladi. Quyidagi jadvalda Present perfect zamonining 3 ta shakliga formula keltirilgan:

<b>Affirmative</b> Noun + have/has+ past participle/regular verb(-ed) +secondary parts of speech
<b>Negative</b> Noun +have/has+not+ past participle/regular verb(-ed) +secondary parts of speech
<b>Interrogative</b> Have/has +noun + past participle/regular verb(-ed) +secondary parts of speech?

Bu formulalarga quyidagicha gaplar tuzsak bo'ladi:  
Affirmative -Darak

You have already finished your work .

Siz ishingizni allaqachon tugatdingiz

Negative-Inkor

You have not finished your work yet.

Siz hali ishingizni tugatganingiz yo'q

Interrogative-So'roq

Have you ever finished your work?

Siz biror marta ishingizni tugatganmisiz?

Bu formulalar ingliz tili grammatika darslarida samarali qo'llanilishi mumkin. Ular o'quvchilarga ingliz tili zamonlarini osonlik bilan o'zlashtirishda yordam beradi.

O'rganuvchilarga formuladagi gap bo'laklarining o'zbekcha varianti ham berilsa maqsadga muvofiq bo'lardi. Ammo yuqori sinf o'rganuvchilari ingliz tilida ham o'rganishsa bo'ladi.

Ingliz tili zamonlarini tushuntirish qiyinchilik tug'dirgan sinflarda bu formulalarni qo'llash yaxshi samara beradi.

## НЕОЛИТ ДАВРИДА – УЧТУТДА КОН ИШЛАРИ

Рахмонов С.М., НДКИ ижтимоий фанлар кафедраси ассистенти

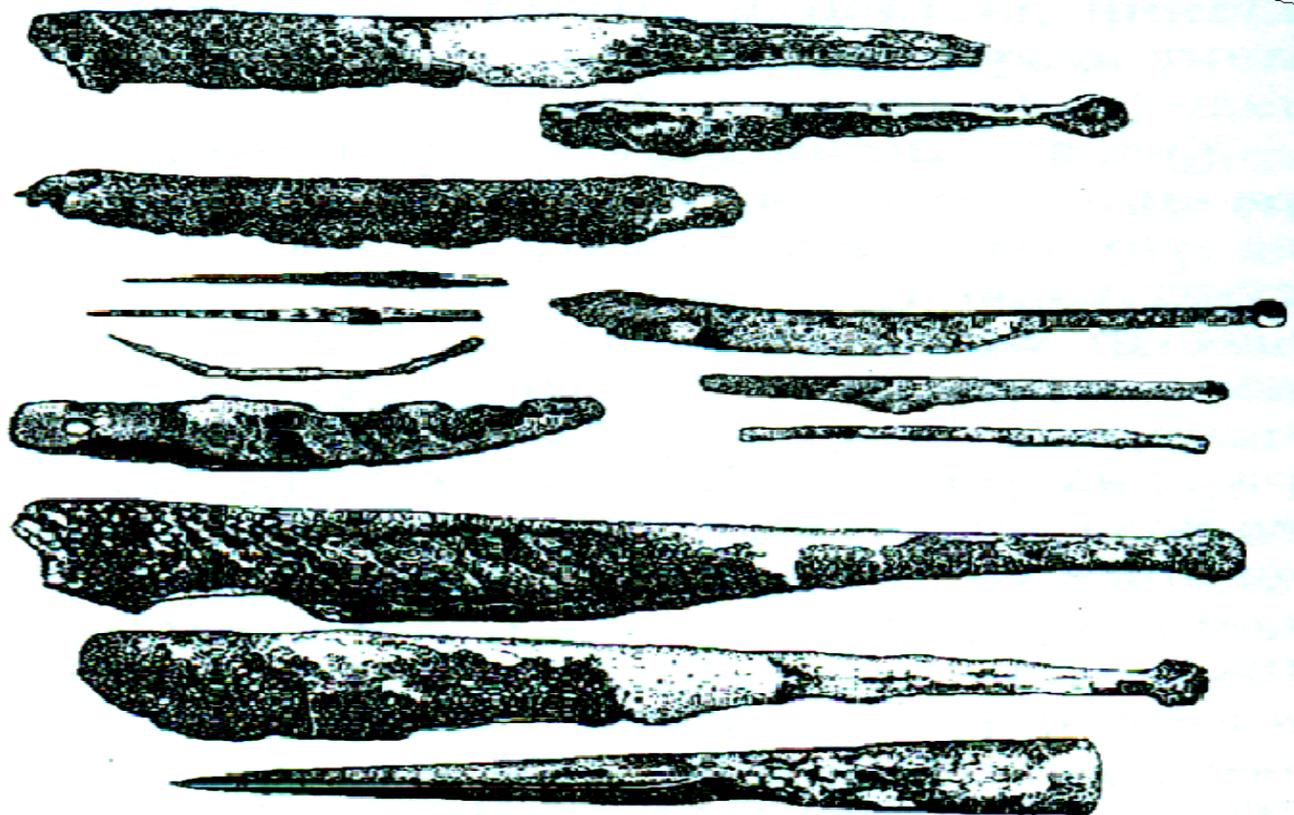
Сўнги йилларда қадимий ёдгорликларда олиб борилган археологик қазишма тадқиқотларининг гувоҳлик беришича, Ўрта Осиё ҳудудида инсоният пайдо бўлганига миллион йилдан ортиқроқ вақт ўтган. Ушбу тадқиқотлар мазкур ҳудуд чегарасида қадимда, ибтидий жамоа даврида жуда кўп маданият ўчоқлари таркиб топганлигини ва ривожланганлигини кўрсатади. Бой маданий меросимизнинг хазинаси ҳисобланган хилма-хил археологик ёдгорликларни ўрганиш туфайли, мамлакатимиз ҳудудларида, суғорма деҳқончилик маданияти ва чорвачилик милоддан аввалги VI-V мингинчи йилларда вужудга келганлиги исботланган [1].

Ибтидий одамлар жамоасининг манзилгоҳлари ва дастлабки «излари» палеолит даврининг илк босқичларига тўғри келса (Селунгур ғор макони), навбатдаги тараққиёт даври мезолитда - одамларда диний қарашлар билан бир қаторда, тасвирий санъатнинг яъни, қоятош суръатларининг вужудга келганлигини гувоҳи бўламиз. Шу билан бирга мамлакатимиз тош асрининг неолит даври, (мил.ав. VI-IV мингинчи йиллар) ишлаб чиқаришга асосланган қабилалар маданиятининг шаклланиши билан аҳамиятлидир.

Ўзбекистон сарҳадларида яшаган неолит жамоаларининг барчаси ҳўжалик машғулотларнинг бир қисмини уй шароитида тайёрлаган. Бу машғулотлар тошга, суяк, тери, ёғоч, чиғаноқ, каби предметларга ишлов беришдан иборат бўлган. Шу асосда овчилик, балиқчилик, деҳқончилик соҳаларига мўлжалланган меҳнат қуроллари, турар жойлар, кўл хавзасида сузадиган мосламалар ва бошқа қурилиш ишларига мўлжалланган асбоб-ускуналар ясалган. Тошдан ясалган қурол-яроғларнинг хилма-хиллиги шуни кўрсатадики, икки дарё оралигининг неолит даври жамоалари тош қуролларни ясаш учун хом ашё топишнинг катта тажрибасига эга бўлганлар. Чунки бу даврда хом ашёни ихтисослашган тарзда қазиб олиш жуда кенг кўлам касб этиб, санъат даражасига етган [2].

Неолит даври жамоалари кулолчилик хунармандчилиги билан бир қаторда, чакмоқтошларга ишлов бериш, улардан турмушда турли вазифаларни бажарадиган меҳнат қуролларини ясаш, ишларининг ҳам усталари бўлишган.

Шу тарика тош асрининг сўнги яқунловчи босқичида тош қуролларини ясаш ва уларга ишлов бериш технологияси юксак даражага кўтарилган.



1-расм. Неолит даври тош (меҳнат) қуролларининг кўриниши

Чакмоқтош устахоналари ва шахталари бу даврга келиб жуда қўл келган.

Маълумки табиатда чакмоқтошлар тоғ жинслари ётқизиклари орасида учрайди. Тош асрининг дастлабки босқичларида чакмоқтошлар ер усти қоятош ётқизиклари орасида очик усулда олинган. Неолит даврига келиб энига, узунасига, қияроқ ҳолатда қазилган шахталар муҳим ўрин тута бошлаган. Шундай классик кўринишдаги ёдгорликлардан бири Нурота тоғ тизмаси этакларида жойлашган Учтут чакмоқтош устахонаси ва шахтаси ҳисобланади.

Учтут чакмоқтош кони - Навоий вилояти Навбахор туманининг Учтут қишлоғида (Қоратов этагида) жойлашган бўлиб, илк бор 1958 йили ўзбек археологларидан академик Яхё Ғуломов раҳбарлигидаги Моҳандарё экспедицияси аъзолари томонидан топилган ва шу қишлоқ номи билан аталган.

Учтут чакмоқтош кони, чакмоқтош материали сифати ва захираси жиҳатдан жуда аҳамиятли ёдгорлик ҳисобланади. Мазкур конни ўрганиш ишлари кейинчалик 1961-1967 йиллари М. Р. Қосимов ва 1967-1980 йилларда Т. Мирсоатов каби археологлар томонидан давом эттирилган [3].

Коннинг умумий майдони 8000 м<sup>2</sup> бўлиб, шундан 1000 м<sup>2</sup> олимлар томонидан ўрганилган. Маълумотларга қараганда манзилгоҳда чакмоқтош хом ашёсини олиш учун ўралар (конлар) воронка ёки овал шаклида қавланган. Эни 95 - 110 сантиметрдан то 4,5 - 5,5 метргача, чуқурлиги эса 5,5 - 6 метргача бўлган 35 та чакмоқтош қазиб олинадиган шахта ўрганилган. Ер сатҳидан чуқурроқ туша борилган сари, оҳақтошли жинслар таркибида чакмоқтошлар учраши кўпайган, бу жойларда шахта майдони кенгайтирилиб, бир нечта одам ишлаши мумкин бўлган шароит яратилган [4]. Шахталар махсус тош, суяк ва ёғочдан ясалган чўкичсимон, кураксимон қуроллар ёрдамида қазилган. Шахта деворларида қазувчи қуролларнинг излари, айримларида девор қатламида қазиш жараёнида қадалиб синиб қолган буғу шохлари сақланиб қолган. Қазиш қуроллари сифатида ҳайвон, айниқса, буғу, кийик шохларидан чўнкига ўхшаш қуроллар ясаб фойдаланилган. Хом ашёни шахталардан олиб чиқиш учун ҳайвон териларидан махсус коплар, дарахт хивичларидан ғалвирлар ясаб бир неча киши бўлиб олиб чиқишган.

Шахта қавланган вақтда - ишга яроқли хом ашёни ишчилар дастлаб тоғ жинсларидан ажратиб, тош болталари ёрдамида қазиб олишган, сўнгра оғир

вазндаги қайроқ тошлар билан уриб бир неча бўлақларга бўлган ҳолатда юқорида айтилган усул билан ташиб чиқаришган [5].

Оғир қўл меҳнатига асосланган ҳолда машаққат билан қазиб олинган тошлар махсус сангбурлар (тошкесувчилар) гуруҳи томонидан майдаланиб керакли ишловлар берилган. Нам тортган чакмоқтошлар ҳам бўлиб улар мўртроқ бўлган ва ишчилар меҳнатини осонлаштирган, яъни қурол яшаш осонроқ бўлган. Шу билан бирга неолит даври аҳолиси орасида маълум соҳалар билан шуғулланувчи касб эгалари пайдо бўлиб улар ўз сирларини авлоддан-авлодга етказганлар. Махсус сангбурлар (тошкесувчилар) гуруҳи ҳам шулар жумласига кирган. Бу юмушлар кишилардан муайян тафаккур, тажриба ва маҳорат талаб этган.

Тадқиқотларнинг кўрсатишича чакмоқтошларга ишлов бериш ишлари шу ернинг ўзидаёқ бошланган. Учтут устахонаси ва шахтасида тадқиқот ишлари билан бир қаторда мутахассислар томонидан экспериментал тажриба ҳам олиб борилган.

Шундай тажрибалардан бирининг натижаси куйидагича.

Диаметри 1 метр, чуқурлиги 5-6 метргача бўлган кон қазилиб, унинг тубини 10 метр квадрат майдонга кенгайтириш учун икки киши тахминан ўн кун меҳнат қилишига тўғри келган. Агар йўл-йўлакай тош қуролларига дастлабки ишлов бериш ва шахтада чакмоқтош ётқизикларидан керакли қисмларни ажратиб олиш ишлари ҳам бажарилса, бу жараён бир ойга чўзилган.

Тадқиқотчиларнинг фикрича, Учтутда 260-270 га яқин ана шундай шахталар бўлган ва улардан асрлар давомида узлуксиз фойдаланилган. Мутахассислар орасида Учтут тоғ кончилиги ишлари калтаминор тарихий-маданий жамоаларининг бир гуруҳи деган фараз илгари сурилган. Қизилқумнинг бошқа бир қанча ҳудудларида ҳам чакмоқтош, чакмоқтошли-сланец, кварцитларга ишлов берадиган устахоналар топилган бўлиб, Оқчадарё ҳавзасидаги чакмоқтош қазиб олиш шахталари ҳам айнан неолит жамоалари фаолиятига тегишли эканлиги аниқланган [6].

Хулоса қилиб айтганда Учтут, Ижонт чакмоқтош устахоналари ва шахталарининг ҳолати неолит жамоалари аҳолиси ичида шу соҳа касбкори, ўз касбининг устаси пайдо бўлаганлиги, ибтидоий ҳолатда бўлсада, кончилик ишлари ва тош хунармандчилиги билан шуғулланувчи аҳоли тоифаси шаклланилишини билдиради (1-расм).

#### Фойдаланилган адабиётлар:

1. А.Асқаров «Ўзбекистон халқлари тарихи» I-жилд Тошкент 1992 й.
2. А.Асқаров «Ўзбекистон тарихи» (энг қадимги даврлардан эрамининг v-асригача) Т. 1994 й.
3. Касымов М.Р. «Кремнеобработывающие мастерские и шахты каменного века Средней Азии» - Т: Фан нашрети 1972г.
4. Мирсоатов Т. «Древние шахты Учтута»- Т: Фан нашрети 1973г.
5. Мирсоатов Т. «Горные разработки в эпоху камня»-Т: Фан нашрети 1977г.
6. Холматов Н. «Ўзбекистон неолит даври жамоаларининг моддий маданияти» - Т: Фан нашрети 2008 й.

## РАННИЕ ФОРМЫ РЕЛИГИИ И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В ИСКУССТВЕ

**Рахмонов С.М.**, ассистент кафедры «Общественно-гуманитарные дисциплины» НГГИ; **Кулмонов М.А.**, инженер научного отдела НГГИ

Многообразные конкретные религии, имевшие место в истории человечества, можно объединить в три основные группы: ранние формы религии, родоплеменные формы религии и формы религии классового общества. Из них к ранним формам религии относятся магия, фетишизм и анимизм, которые возникли в период формирования родового строя (от 100 до 40 тыс. лет назад). Магия (от греч. *mageia*-колдовство) - это вера в существование сверхъестественных средств воздействия на природу, совокупность специфических колдовских действий, с помощью которых люди пытались сверхъестественным образом воздействовать на окружающие их предметы и явления. Вера в колдовство (магия, волшебство, чародейство) является одной из характернейших составных частей всякой религии.

Известны разные виды магии: лечебная, предохранительная, любовная, вредоносная, военная и охотничья (промысловая - рыболовецкая, земледельческая, скотоводческая и др.), метеорологическая (магия погоды) и др. - и каждая из них тесно связана с каким-нибудь видом человеческой деятельности, на почве которой данный вид магии и зародился. Из всех видов магии наиболее распространенной была производственная (промысловая) и охранно-лечебная [1].

Особенно зависел древний человек от условий и характера добывания пищи. Голод перемежался периодами сытости и изобилия после успешной охоты. Успех охоты, как и неудачи, первобытный охотник приписывал действию таинственных, колдовских сил. Собственные охотничьи приемы казались ему действенными лишь в силу их колдовских свойств. Охотничья маскировка, подманивание зверя и другие такие же рациональные действия постепенно превращались в магические обряды. С появлением земледелия возникли и связанные с ним обряды и поверья: колдовскими способами рассчитывали обеспечить урожай, вызвать дождь в случае засухи.

Иногда магические действия являются составной частью любой религии [2]. Археологические и этнографические источники свидетельствуют о том, что древнейшие магические верования и обряды зародились на самых ранних этапах развития первобытного общества, возможно ещё у неандертальцев в мустьерскую эпоху (100-40 тыс. лет назад). Магический обряд органически включал в себя компоненты как изобразительного, так и танцевально-музыкального искусства.

Связь зачатков искусства и религии с производственной деятельностью человека отчетливо прослеживается в эпоху, которую археологи называют «верхним палеолитом» т.е. временем, когда появились

люди современного физического типа (кроманьонцы). Первые изображения появились, как предполагают ученые, в процессе рассказа-танца об удачной охоте и служили иллюстрацией к пляске-спектаклю, рассказывавшем о смертельно опасном, но жизненно важном для первобытной общины событии (рис. 1). В обрядовых церемониях, считают ученые, использовалась значительная часть рисунков животных на скалах и стенах пещер, их скульптурные изображения. Магический элемент проявлялся здесь в замене реального объекта охоты его эквивалентом, роль которого играло либо изображение как рисунк, скульптура, либо человек в маске животного [3].

Рисунки людей первобытной эпохи представляют собой контурное изображение, вырезанное или высеченное на камне, кости или роге (рис. 2-4). Живопись ограничивается также контурным изображением черной или красной красками, нанесенным, вероятно, пальцем или подобием кисточки. Краской служили охры разных оттенков от красно-коричневых до лиловатых. Художник растирал их, видимо, на жиру животных. Многие рисунки можно встретить в нишах,



Рис. 1. Наскальное изображение охоты

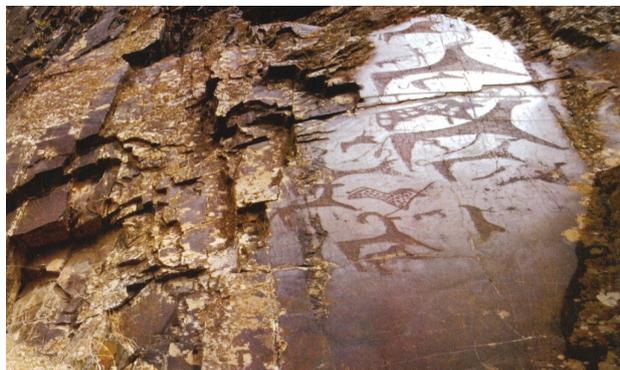


Рис. 2. Петроглифы наскального изображения Сармыш-сая



Рис. 3. Изображения диких быков в силуэтом стиле



Рис. 4. Петроглифы с изображением магических сцен

покрытых известковым натеком. Они представляли естественное светлое поле для изображений, на которое хорошо ложились краски. В то же время в этих местах рисунки лучше сохранялись от непогоды. Часть рисунков внутри закрашена. Изображениям людей и животных, воспроизводящим знаки, многие из которых истолковываются как изображение солнца.

На территории Узбекистана широко распространены рисунки, выполненные в технике выбивания. Среди них особое место занимают наскальные изображения Сармышая, находящиеся в горах Коратау, недалеко от города Навои. Этот замечательный памятник был впервые обнаружен археологом Х.И. Мухаммедовым. Впоследствии исследователи скалькировали и сфотографировали более 300 изображений людей, животных и различных знаков. Часто встречаются композиции, изображающие сцены охоты на диких животных. Запечатлены сцены загона животных всадниками и ритуальные танцы. На скалах обнаружены также соляные знаки.

В настоящее время в ущелье Сармышай и в его окрестностях выявлено более 10000 наскальных рисунков. Рисунки Сармышая нанесены на гладкие поверхности скал, покрытые черной или коричневой

патиной. Петроглифы отражают 35 тематических образов и сюжетов. На скалах высечены фигуры людей, их охотничье и боевое оружие, одежда, хозяйственные изделия. Наряду с ними живо представлены изображения различных животных, некоторые из которых давно исчезли и уже не встречаются на территории нашей страны. На скалах выбиты изображения горного козла, архара, бизона, первобытного быка, дикой лошади или кулана, осла, верблюда, оленя, кабана, сайгака хорошо узнаваемы хищники - волк, лев, барс, леопард, гепард, лиса, шакал, джейран. Интересны композиции с геометрическими фигурами, которых здесь множество. Особое место занимают сцены охоты - групповой или одиночной. На некоторых рисунках представлены люди в одежде, характерной для ритуальных обрядов.

Все наскальные изображения выбиты либо вычерчены каменными орудиями. Самые древние рисунки нанесены в орнаментально-ажурном, контурном силуэтом или смешанном стиле. К древнейшим петроглифам Сармышая, возможно, относятся изображения быков-туров, выполненные в «битреугольном» стиле. Они представлены в динамике, свойственной для охотничьей культуры древнего периода, истории которой, по-видимому, восходят к искусству верхнего палеолита. К древнейшему времени, эпохи камня и бронзы, можно отнести также и ряд других рисунков, датировка которых определяется методом взаимной встречаемости сюжетов. В этих рисунках запечатлены жизнь и мировоззрение древних людей, о которых другие источники не могут предоставить информации.

Одним из наиболее ранних среди наскальных рисунков магического значения исследователи считают мотив руки-пятерни, который был весьма распространен и в последующие времена. Отпечаток или контур руки считается знаком присутствия в данном месте оставившего его человека. Позднее он приобретает значение символа обладания или оберега [4] (рис. 4).

Техника выбивания наскальных изображений весьма разнообразна. Изображения наносились многократными ударами по камню при помощи каменных орудий, а затем других (кость, рога и металлических) инструментов. Следы инструмента различны: круглые, треугольные, четырехугольные и неопределенной формы.

В целом, археологический ландшафт Сармышая сохраняет в себе следы активного использования этой территории на протяжении нескольких тысячелетий. Главную роль в организации культурного ландшафта Каратага, несомненно, играют петроглифы Сармышая, остающегося самым крупным и уникальным по сохранности памятником наскального искусства Узбекистана [5].

#### Список литературы:

1. Дервиш Р.А., Левтеева Л.Г., Мускаева А. Памятники истории религии и культуры в Узбекистане. Ташкент «Укитувчи» 1994 г.
2. Косвен М.О. Очерки истории первобытной культуры. М. 1953 г.
3. Навои - древний край со светлым будущим. Ташкент «Маънавият» 2011 г.
4. Пугаченкова Г.А., Ремпель Л.И. История искусств Узбекистана. М. 1964 г.
5. Уринович Д. Искусство и религия. М. 1982 г.