

Ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali 1997 yilda asos solingan

Ta'sischi:

Navoiy kon-metallurgiya kombinati Davlat korxonasi,
Navoiy davlat konchilik instituti,
O'zbekiston geotexnologiyasi ilmiy-tadqiqot
va loyihalashtirish instituti «O'zGEOTEXLITI»

Moliyaviy qo'llab quvvatlovchilar:

Navoiy KMK,
«Olmaliq KMK» OAJ,
«O'zbekko'mir» OAJ,
«O'zGEOTEXLITI»

Bosh muharrir:

Nasirov U.F.

Bosh muharrir o'rinbosari:

Sitenkov V.N.

Tahririyat kengashi:

Abdullayev U.M., Abduraxmonov S.A., Bibik I.P.,
Dudeskiy S.P., Ibragimov X.I., Kustov A.M.,
Mavlyanov N.G., Malgin O.N., Norov Yu. J.,
Raimjanov B., Rahimov V.R., Sanakulov K.S.,
Farmanov A.K., Xolmatov I.M., Xursanov X.P.,
Shemetov P.A.

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, 5770437, 5770354
Faks: 8 (436) 5721015

E-mail: Bibik_GVU@rambler.ru

gornvest@rambler.ru

sayt: <http://mining-bulletin.geotech.uz>

Kompyuter sahifasi:

Naumova O.A.

Tahliliy guruh:

Golishenko G.N., Kudinova R.N.

Dizayn:

Bannov A.N.

Jurnal saytini yangilab borish:

Leonov S.A.

Nashr qilindi:

«Poli-Press» korxona sho'basida
100011, Toshkent shahri, Avliyo Ota ko'chasi, 93
Tel: (998 71) 115-27-98

Nashr etishga 28.07.2008 y. imzolandi

Adadi 750 nusxa

MUNDARIJA / СОДЕРЖАНИЕ

YUBILEYINGIZ BILAN / С ЮБИЛЕЕМ

Кадыров А.А. XX лет Межотраслевому центру стратегических инноваций и информатизации 3

SHIMOLIY KON BOSHQARMASI - 50 YOSHDA / СЕВЕРНОМУ РУДОУПРАВЛЕНИЮ - 50 ЛЕТ

Шамин В.Ю. Золотой юбилей 7
Зинько Н.А., Новиков В.И. Открытые горные работы в Северном рудоуправлении НГМК: немного истории, пути развития 10
Питер В.А., Рашидов И.Ш., Оливер Й.В., Эргашев У.А. Установка BIOX® Кокпата 12
Истамов В.К. Развитие информационных и телекоммуникационных систем Северного рудоуправления НГМК 15
Прокофьев В.Н. Горный комплекс месторождения «Кокпата» 16

KO'MIR SANOATI - QUTLUG YOSHDA / УГОЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ - ЮБИЛЕЙНЫЙ ГОД

Куканова С.И., Зайнитдинова Л.И., Исмаилов А., Лобанова И.В. Биовыщелачивание вторичных каолинов Ангренского месторождения 18
Атакузиев Э.Т. Снижение энергозатрат при производстве нового типа цемента с использованием угольной золы 19
Алимжанова Ж.И., Шамуратова Ш.М., Алимжанов Ж.Ш. Использование Ангренских каолинов для мягкого фаянса художественно-бытового назначения 23
Нигматуллин Ш.Н. О программе внедрения в ОАО «Узбек-уголь» комплексной корпоративной информационной системы 25
Кадыров Ш.Б., Гулямов Г. Влияние Ангренских каолиновых наполнителей на триботехнические свойства полиэтилена высокой плотности 28

GEOLOGIYA / ГЕОЛОГИЯ

Рахимов В.Р., Чунухин С.Г. Обоснование динамических условий для крупных комплексных цветнорудных месторождений на основе компьютерных технологий 30
Федянин С.Н. О приуроченности месторождений урана Центральных Кызылкумов к ландшафтным структурам мелпалеогена 33
Голиценко Г.Н., Беленко А.П., Халецкая О.В. Геофизические способы выявления твердых включений в песчано-глинистых породах месторождения зернистых фосфоритов 36
Мирасланов М.М., Закиров М.М. Требования к гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям месторождений твердых полезных ископаемых на стадиях разведки 39

GEOTEXNOLOGIYA / GEOTEKHOLOGIYA

Сытенков В.Н., Наимова Р.Ш., Фурсов А.И. Породы как объект воздействия при горных работах 42
Коломников С.С., Наимова Р.Ш. Повышение использования ресурсного потенциала выработанного пространства карьера Ташкура 46
Сытенков Д.В. Анализ интересов взаимодействующих участников системы «государство – инвестор» при освоении недр 49
Аристов И.И., Лалак А.Г., Чумакин Р.В. Способы и показатели оценки полноты и качества отработки рудных тел на Чармитанском золоторудном месторождении 52

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

Учредители:

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

При финансовой поддержке:

Навоийского ГМК,
ОАО «Алмалыкский ГМК»,
ОАО «Узбекуголь»,
«O'ZGEOTEXLITI»

Главный редактор:

Насиров У.Ф.

Зам. главного редактора:

Сытенков В.Н.

Редакционный совет:

Абдуллаев У.М., Абдурахмонов С.А., Бибиб И.П.,
Дудецкий С.П., Ибрагимов Х.И., Кустов А.М.,
Мавлянов Н.Г., Мальгин О.Н., Норов Ю.Д.,
Раимжанов Б., Рахимов В.Р., Санакулов К.С.,
Фарманов А.К., Холматов И.М., Хурсанов Х.П.,
Шеметов П.А.

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. Навои, ул. Жанубий, 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, 5770437, 5770354
Факс 8(436) 5721015

E-mail: Bibik_GVU@rambler.ru

gornvest@rambler.ru

Сайт: <http://mining-bulletin.geotech.uz>

Компьютерная верстка:

Наумова О.А.

Аналитическая группа:

Голищенко Г.Н., Кудинова Р.Н.

Дизайн:

Баннов А.Н.

Обновление сайта журнала:

Леонов С.А.

Оттировано:

Дочерним предприятием «Poli-Press»
100011, г. Ташкент, ул. Авлиё Ота, 93
Тел. (998 71) 115-27-98

Подписано в печать 28.07.2008 г.

Тираж 750 экз.

GEOMEXANIKA / ГЕОМЕХАНИКА

- Рахимов В.Р., Бекбаев Г.К., Белевич С.В.** Совершенствование национальной геодезической сети Республики Узбекистан 58
Лукишов Б.Г., Тер-Семенов А.А., Федянин А.С. Сейсмический режим территории НГМК и геодинамическая безопасность карьера Мурунтау 63

GEOTEKHNIKA / ГЕОТЕХНИКА

- Бибик И.П., Рубцов С.К., Сытенков Д.В.** Типовые комплексы горнотранспортного оборудования при циклической технологии работ 69
Шлыков А.Г., Вахрушев Ю.П., Снитка Н.П., Заболотный В.Р. Опыт применения наддолотных амортизаторов при бурении взрывных скважин станками СБШ-250МНА-32 в условиях карьера Мурунтау 77

**METALLURGIYA VA BOYITISH /
ОБОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ**

- Руднев С.В., Потапов В.А., Салихова Н.В., Канцель А.А.** Исследования по выбору оптимальной технологической схемы гравитационного обогащения техногенных образований Ингичкинской обогатительной фабрики 80
Федянин С.Н. «Сухая» технология механического обогащения убогих руд Мурунтау 84
Ахмедов Х., Попов Е.Л., Расульмухамедов А.А., Хабибуллаева Г.Р. Технологические исследования вольфрамсодержащей руды участка западный Чаштепа 88
Кустова Л.А., Черкасов В.Ю. Минералогические предпосылки и предварительные результаты гравитационного обогащения забалансовых руд месторождения Мурунтау 90

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

- Саттаров Г.С., Ларионов Е.Д.** Горное бюро ЦНИЛ НГМК: разработка технических идей, их воплощение и внедрение в производство 93
Петухов О.Ф., Мазур П.С., Серова Е.С., Афиногеев Д.В. Определение общего углерода и углерода органического вещества методом инфракрасной абсорбции при сжигании проб в токе кислорода 96
Курбанов А.А., Мельникова Е.Г. Условие получения базальто-волоконного материала 98
Бахронов Х.Ш. Высота жидкостного псевдооживленного слоя сферических частиц 101

**FAN, ISHLAB CHIQARISH VA TA'LIM /
НАУКА, ПРОИЗВОДСТВО И ОБРАЗОВАНИЕ**

- Исмаилов П.Р., Азамов А.А.** Проблемы подготовки кадров по направлениям «стандартизация, метрология и сертификация» и «менеджмент качества продукции» в ВУЗах республики Узбекистан
Шодиева Қ.С. Уқитувчи ва талабанинг педагогик муносабатлари.....

TALABALAR SANIFASI / СТУДЕНЧЕСКИЕ СТРАНИЦЫ

- Охунова Р.** Оценка влияния технологических показателей руды на степень извлечения золота при кучном выщелачивании
Сайфуллин Р.Р. Разработка системы автоматического контроля и регулирования уровня воды в резервуаре

**ADABIY-BADIIY SANIFA /
ХУДОЖЕСТВЕННО-ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЧКИ**

- Марченко В.С.** Звезда Учкудука 109
Панова Н.С. У трех колодцев (из стихотворного цикла «Кызылкупские звезды») 109
Корниенко В.В. Послание из прошлого 112

REKLAMA / РЕКЛАМА

На 2 стр. обложки: «Межотраслевой центр стратегических инноваций и информатизаций»

На 3 стр. обложки: «UCell»

На 4 стр. обложки: «Atlas Copco Rock Drills AB»



XX ЛЕТ МЕЖОТРАСЛЕВОМУ ЦЕНТРУ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Кадыров А.А., директор Центра стратегических инноваций и информатизации, академик Международной академии наук Высшей школы, докт. техн. наук, профессор

Мы вступили в XXI век. Какими путями пойдет человечество? В каком русле будет развиваться прогресс? Недостатков в оракулах нет. Но все научно-технические прогнозы обязательно содержат два ключевых слова – инновация и информатизация, отражающие две стороны одной медали. Эти слова – в названии нашего Центра. Сами по себе они уже говорят о многом. Именно для содействия решению этих чрезвычайно важных, весьма сложных и очень перспективных проблем создан Межотраслевой Центр Стратегических Инноваций и Информатизации, которому в этом году исполняется 20 лет (рис. 1).

Немного истории

Деятельность Центра в русле содействия инновационному развитию страны охватила ряд важных направлений. Залогом успешного инновационного развития той или иной страны наряду с целым спектром важнейших исходных позиций и условий являются наличие и состояние инновационной культуры, то есть готовность и способность общества к нововведениям во всех их проявлениях в управлении, образовании, производстве, финансах, законодательстве и других сферах; наличие интеллектуального потенциала; состояние вузовской и академической науки, фундаментальных и прикладных исследований, малого и среднего инновационного бизнеса.

В этом плане необходимо отметить позитивную роль проводимых с 1996 г. по проекту и инициативе Центра ежегодных **Международных научно-практических конференций «Инновация»** (рис. 2).



Кадыров А.А.

На данный момент конференции проведены в г. Шахрисабзе (1996 г.), г. Навои (1997 г.), г. Фергане (1998 г.), г. Термезе (1999 г.), г. Бухаре (2000 г.), г. Ташкенте (2001-2007 гг.) по следующим важнейшим направлениям:

- Проблемы молодежи и образования;
- Инновационные процессы в отраслях экономики;
- Инновационные технологии и методы для решения проблем рационального использования природных, минерально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов;
- Горное дело и металлургия;
- Автоматические и автоматизированные системы управления технологическими процессами и объектами;
- Системный анализ и математическое моделирование;
- Информационные технологии и системы и их прикладные аспекты (дистанционное образование, электронная торговля и др.). Проблемы информационной безопасности;
- Вода – Пустыня – Экология. Проблемы и Решения.

На этих конференциях прошли апробацию и получили путевку в жизнь десятки перспективных инновационных проектов, давших стране многомиллионные экономические эффекты; интеллектуальную элиту страны пополнили ряд докторов и кандидатов наук, чьи диссертационные работы явились предметом детального анализа и обсуждения на пленарных



Рис. 1. Экспозиция Центра на Республиканской ярмарке инновационных идей и проектов



Рис. 2. Пленарное заседание Международной научно-практической конференции «Инновация-2007»

и секционных заседаниях; на инновационном поле конференций родились актуальные в стратегическом плане междисциплинарные проекты фундаментальных и прикладных исследований; установлены международные контакты для культурного, научно-технического, делового сотрудничества между специалистами, учеными, промышленниками, бизнесменами.

В целях содействия формированию **интеллектуальной элиты** по инициативе Центра в 1991 г. начал свою работу Специализированный совет Д 067.03.02 по присуждению ученой степени доктора наук по важнейшим для страны специальностям: 01.01.11 – Системный анализ и автоматическое управление; 05.13.13 – Вычислительные машины, комплексы, системы и сети (технические науки).

А в 1994 г. Центром была разработана и воплощена в жизнь в Ташкентском государственном техническом университете **Программа по подготовке инженеров-аналитиков**, которая предусматривает такие требования к выпускникам, как:

- отличные знания по избранной специальности;
- знание основ системного анализа и моделирования, математических методов принятия оптимальных решений в производственных условиях;
- знание элементов рыночной экономики и внешнеэкономической деятельности;
- знание одного - двух иностранных языков;
- свободное пользование компьютером в рамках профессиональной деятельности;
- определенный объем юридических знаний.

В первые годы становления рыночной экономики в нашей стране эти выпускники сыграли свою положительную роль в структуре различных организаций.

Важное место среди звеньев инновационной инфраструктуры играют **технологические бизнес-инкубаторы**, которые создаются во многих странах мира в целях скорейшей реализации формулы: «Превратить научные разработки и технологии в экономический продукт через создание и всестороннюю поддержку малых инновационных фирм». Отрадно, что свою значительную лепту в проектирование и

создание первого технологического бизнес-инкубатора в Узбекистане, открытого в г. Ташкенте в мае 1995 г., и первого бизнес-инкубатора в сельском районе, открытого в октябре 1996 г. в честь 660-летия великого Амира Темура в г. Шахрисабзе, внесли сотрудники нашего Центра. В глобальном аспекте инновации они не ограничиваются научной, технологической или технической сферой и могут касаться всех сторон общественной и духовной жизни.

С этих позиций можно говорить об интегрированных инновационных процессах (ИИП), охватывающих образование, науку, экономику, технику, технологию, культуру и другие сферы. Это обстоятельство выдвигает проблему реализации соответствующих структур и механизмов инновационной деятельности, адекватных интегрированным инновационным процессам.

В этой связи, в отличие от одноцелевых западных проектов, нашими сотрудниками был разработан проект многоцелевого Центра компьютеризации и поддержки инноваций для содействия интегрированным инновационным процессам в республике (рис. 3).

В соответствии с концепцией интегрированных инновационных процессов были разработаны Проекты для Навоийской, Наманганской, Кашкадарьинской областей и ряда районов страны.

Остановимся теперь на сфере **деятельности Центра, связанной с фундаментальными и прикладными исследованиями**.

Фундаментальные исследования Центра связаны с разработкой математических структурных методов моделирования и исследования сложных комплексов и систем, в числе которых: сложные комплексы технологического оборудования и технологические сети; многомерные автоматические системы с мини- и микро-ЭВМ в контуре управления; нелинейные системы автоматического управления с различными видами импульсной модуляции; разнотемповые дискретные системы; релейные системы автоматического управления; логико-динамические системы; нестационарные системы и системы с запаздыванием, а также системообразующие аспекты в целом интегрированных автоматизированных систем управления (рис. 4).

Прикладные исследования связаны с разработкой и внедрением автоматизированных систем управления в промышленности и охватывают следующие направления.

- Разработка и внедрение математического, информационного и программного обеспечения интегрированных автоматизированных систем управления (ИАСУ) или их различных уровней (уровень бизнес-систем (АСУП) – или уровень ERP), уровень информационных систем или уровень PI System, уровень АСУ ТП – или уровень SCADA System, уровень распределенных систем автоматического управления (САУ).

- Автоматизированная система управления техническим обслуживанием и ремонтами оборудования «АСУ-ТОиР».



Рис. 3. Функциональные задачи многоцелевого Центра компьютеризации и поддержки инноваций

- Автоматизированная информационная система «Энерго».
- Программный комплекс «Электронная коммерция».
- Автоматизированная информационная система «Капстроительство».
- Автоматизированная информационная система «Технадзор».
- Имитационная система «Оптимизация водораспределения».
- Разработка и внедрение систем автоматизации проектирования (САПР) для различных предметных областей.
- Разработка и внедрение информационных систем на основе современных СУБД и Web-технологий.
- Разработка Web-сайтов.

Ещё одно направление прикладных исследований связано с **энергетическими обследованиями и экспертизами**.

- Оценка энергоэффективности использования электрической энергии.
- Нормирование расхода электроэнергии на единицу выпускаемой продукции (Лицензия № 006 от 21 июля 2005 г. Государственной инспекции по надзору в электроэнергетике «Узгосэнергонадзор» при Кабинете Министров Республики Узбекистан).

О внедрениях Центра

В Узбекистане разработки Центра внедрены в:

- Государственном Таможенном Комитете (Один из этапов создания Единой системы обработки информации (ЕСОИ ГТК РУЗ)).
- Предприятиях Навоийского горно-металлургического комбината («Пилотный проект интегрированной АСУ», «АСУ-Механик», «АСУ-Энерго ГМЗ-2», ряд АРМов: «АРМ-начальника смены завода», «АРМ-Производственно-диспетчерского отдела», «АРМ-Производственно-технического отдела», «АРМ-механика цеха ремонта горного оборудования», «АРМ-начальника электроремонтного участка» и другие).
- Организациях Министерства сельского и водного хозяйства («АСУ-водораспределением», «Универсальная имитационная система для ирригации»).
- Минлегпроме («Автоматизированная система оптимального раскроя материалов»).
- Производственном объединении «Навои-азот» («АСУТП «Нитрон»»).
- Автотранспортных предприятиях Бухарской области и г. Ташкента («Диспетчеризация», «Складской учет»).
- Железнодорожном транспорте (диагностика локомотивов).

За рубежом разработки Центра внедрены в НПО «Молния» (г. Москва) по космической программе «Буран-Энергия»; Центральном научно-исследовательском институте комплексной автоматизации (ЦНИИКА) (г. Москва) для моделирования атомных реакторов; Ленинградском электромеханическом заводе для моделирования гибких производственных систем с робототехническими комплексами; Киев-

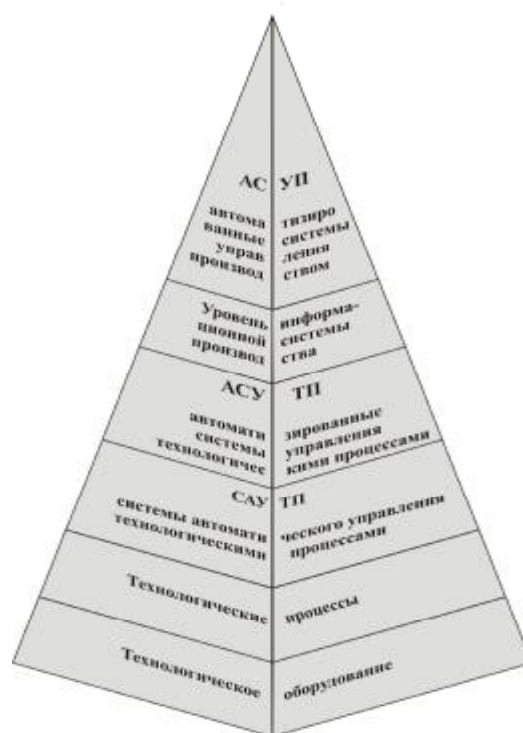


Рис. 4. Макроструктура интегрированной АСУ

ском НПО «Промавтоматика» для разработки АСУ ТП станов металлургических заводов; в ПКБ АСУ (г. Киев) внедрен комплекс алгоритмов и программ для создания и ввода в эксплуатацию интегрированных АСУ; в Даугавпилсском высшем военном авиационном инженерном училище программные разработки внедрены в учебный процесс.

Ряд новых разработок Центра в области АСУ, которые были представлены на 1-ой Республиканской ярмарке инновационных идей и проектов (рис. 1), прошедшей в г. Ташкенте 30.04.2008 г. – 02.05.2008 г., получили высокую оценку Кабинета Министров Республики Узбекистан и рекомендованы к внедрению в промышленности.

Несколько штрихов о наших работах в канун юбилея

1. Реализация различных проектов поддержки инноваций, результаты системного анализа механизмов и институтов инновационного развития зарубежных стран и многолетний накопленный опыт позволили Центру одним из первых начать **работу над проблемами создания Национальной инновационной системы (НИС) Узбекистана**. Чтобы подчеркнуть особую актуальность создания НИС отметим следующее. В решении всего спектра стратегически важных проблем различных стран в XXI веке ключевая роль отводится инновациям, инновационной деятельности и основанной на знаниях экономике или инновационной экономике. Уровень технологического развития является одним из важнейших факторов, определяющих степень социально-экономического развития государства, его экономической и политической независимости. Переход на траекторию устойчивого развития таких стран, как США, Япония, стран Европей-

ского Союза, ряда стран Юго-Восточной Азии достигнут на основе расширения инновационных процессов в реальном секторе экономики. За последние 15 лет количество работающих в инновационной сфере в США и Западной Европе увеличилось в 2 раза, в Юго-Восточной Азии – в 4 раза.

В Евросоюзе доля инновационно-активных промышленных предприятий вплотную приблизилась к 60%. В развитых странах мира 75% прироста ВВП получается благодаря инновациям.

В основе результативности инноваций в этих странах лежит именно **наличие системообразующего механизма**, названного К. Фрименом «Национальная инновационная система» (Freeman C., Technology Policy and Economic Performance, London, Pinter Publishers, 1987 г.).

2. Работа над проектами фундаментальных научных исследований Минвуза Республики Узбекистан, среди которых отметим следующие два.

- **Проект ОТ-Ф7-045** «Концептуальные основы стратегии развития Кызылкумского региона на базе системного подхода к использованию интегрального ресурса» (Междисциплинарный проект выполняется совместно с учеными и специалистами НГМК, научный руководитель проекта докт. техн. наук, профессор Сытенков В.Н.).

Очень кратко об актуальности проекта. Интегральный ресурс природно-промышленной системы представляет собой системную совокупность всех видов природных (вещественных, энергетических и информационных) ресурсов, которые в сочетании с материальными, финансовыми и трудовыми ресурсами определяют параметры жизни общества. Сохранение интегрального ресурса регионов с главенствующей ролью минерально-сырьевой отрасли имеет некоторые особенности, обусловленные тем, что изменения ресурсов наглядны и прогнозируемы, поскольку любое месторождение обладает одним неоспоримым свойством - его запасы раньше или позже, но неизбежно заканчиваются. Истощение минерально-сырьевого ресурса месторождения влечет за собой уменьшение поступлений товарных и финансовых ресурсов, чем обуславливается одновременное уменьшение налоговых платежей и сокращение количества рабочих мест. В любом случае, уменьшение интегрального ресурса ниже определенного уровня ведет, в конечном счете, к деградации природно-промышленной системы. В результате наступает необходимость принятия решения о дальнейшей судьбе горно-промышленного комплекса, подготовка к которому должна вестись заблаговременно.

Поэтому, исследования в области концептуальных основ стратегии развития Кызылкумского региона на основе системного подхода к использованию интегрального ресурса, обусловленные вопросами стратегического анализа и прогнозирования в связи с естественным сокращением объемов горных работ на базовых месторождениях в Кызылкумском регионе крайне актуальны.

- **Проект ОТ-Ф1-068** «Развитие структурной теории интегрированных информационно-

управляющих систем (ИИУС) нового поколения» (научный руководитель проекта докт. техн. наук, профессор Кадыров А.А.).

Касаясь актуальности данного Проекта, подчеркнем следующее.

Современный этап промышленного производства характеризуется переходом к использованию передовой технологии, стремлением добиться высокого качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции при высоких эксплуатационных характеристиках как действующего, так и проектируемого оборудования; необходимостью минимизации любых промышленных потерь и снижения себестоимости изделий.

Всё это возможно только при условии существенного повышения качества управления промышленными объектами и, в первую очередь, путём широкого применения интегрированных информационно управляющих систем нового поколения, являющихся типичными представителями сложных (больших) систем.

Современные ИИУС являются новым качественным уровнем развития систем управления предприятиями. Создание этих систем выдвигает ряд новых научно-методологических проблем, связанных с направлениями интеграции отдельных функциональных задач, подсистем, автоматизированных систем различных уровней иерархии, информационно-вычислительных и промышленных цифровых сетей, совокупности баз данных в единую интегрированную систему. По мере увеличения сложности рассматриваемых систем комплексные общесистемные проблемы приобретают всё возрастающее значение. Для объектов большого масштаба определяющую роль играет структура системы, организация взаимодействия между её частями.

Исследование комплексных общесистемных проблем, среди которых доминирующую роль играет проблема структурной организации сложных систем, является фундаментальной научной проблемой, на решение которой направлен данный исследовательский проект.

3. Прикладные научно-исследовательские работы, связанные с внедрением автоматизированных систем управления в промышленности выполняются для Навоийского горно-металлургического комбината, Алмалыкского горно-металлургического комбината, АПО «Узметкомбинат» и других предприятий.

4. В октябре 2008 г. будет проведена XIII-ая, традиционная, Международная научно-практическая конференция «Инновация-2008», на которую Центр приглашает ученых и специалистов с их докладами по проблемам инновационного развития.

Пользуясь возможностью, хочу поздравить с юбилеем всех сотрудников Центра, а также многих ученых, специалистов, производителей, которые все эти годы были с нами на нашем общем поле Инновационной деятельности, и пожелать всем крепкого здоровья, счастья, дальнейших успехов в деле становления Национальной инновационной системы Узбекистана!



ЗОЛОТОЙ ЮБИЛЕЙ

Шамин В.Ю., директор Северного рудоуправления НГМК

*«Пред тобой все земли убоги,
пустыня».*

Сеиди

В конце 50-х гг. прошлого столетия в Центральных Кызылкумах, в сердце одной из величайших пустынь планеты, началось строительство Навойского горно-металлургического комбината. Ныне, он является одним из крупнейших производителей урана и золота.

Первопроходческий характер работ в урано-добыче, сложность горногеологических условий залегания запасов урана и золота Учкудука, Кокпатаса, Даугызтау диктовали применение новейших технологий (подземное выщелачивание, ионно-обменное извлечение золота, биотехнология и др.). Труднейшие условия залегания руд (твердые пропластки, большая глубина карьеров, запыленность и жаркий климат пустыни) требовали исследований и внедрения совершенно новых технологических схем отработки месторождений. В начале пути никто и не верил, что здесь, среди барханов и бескрайних песчаных просторов, через полувековой период, будет развита промышленная площадка города, в которой социальный уровень станет ни чуть не ниже, чем в больших столичных городах.

Параллельно с поиском эффективных методов работы, новых направлений приложения своих сил в достижении высоких результатов, рождался и креп сильный работоспособный коллектив, развивался большой промышленный комплекс со своими трудовыми традициями, буднями и праздниками.

Десятилетиями историю писали горняки, выдававшие на гора миллионы кубов руды. В летопись истории

рудоуправления вошли такие знаменитые фамилии как Яковлев А.В., Панкратов В.К., Зоря Н.И., Заболотко Л.Г., Виселкин И.В., Панин А. Н. -



Шамин В.Ю.

Герой Узбекистана.

Самоотдача, человеческая поддержка, упрямый характер - во что бы то ни стало идти к заветной цели, настойчивость и стремление - основные черты «кузницы кадров» Учкудука. В невероятно сложных климатических условиях сформировался и устоял, всем невзгодам вопреки, коллектив Северного рудоуправления. Каждый из руководителей внес свою лепту в укрепление и прогресс производственных отношений и реализацию планов по добыче сырья. На долю каждого время отвело свою особую роль в судьбе комбината.

50-летие Северного рудоуправления и комбината - это время подвести итоги достигнутого, и, гордо подняв голову, увидеть будущее не только нашего региона, но и государства в целом.

В истории НГМК много яркого и поучительного. Это освоение месторождений полезных ископаемых, строительство уникальных по своей красоте городов с современной инфраструктурой. Освоение новейшей горной и транспортной техники, разработка и внедрение новейших технологий, не имеющих аналогов в мировой практике. За всем этим стоят люди, руками которых были возведены города и предприятия.

Вопрос подготовки и подбора кадров всегда был и будет для руководства комбината актуальным. Надежный, профессионально грамотный состав руководителей подразделений и средних производственных групп всегда обеспечивал слаженность в работе и выполнение поставленных перед коллективом задач.

На современном этапе развития необходимы не



Рис. 1. Въезд в г. Учкудук



Рис. 2. Здание управления Северного рудоуправления НГМК



Рис. 3. ГМЗ-3

только своевременный подбор кадров, но и продуманные решения в кадровой политике на десятки лет вперед с перспективой развития производства.

В связи с развитием сложного по своей структуре производства особое внимание уделяется вопросам повышения квалификации специалистов и руководителей подразделений рудоуправления. Это относится и к специалистам, включенным в резерв выдвижения на руководящие должности с обучением в учебных Центрах комбината. Идет реализация программы общегосударственной кадровой политики. Комбинат с честью выполняет задачи, поставленные перед ним Президентом и Правительством нашей страны.

Не раз геологами поисково-разведывательных

ить перспективные планы на десятилетия своего развития. В самый сложный период, начиная с 1989 г., очень жестко встал вопрос финансирования материально-технического снабжения, особенно поставки металла и металлоконструкций. Это было время первого периода строительства завода ГМЗ-3. Работы затягивались, и это не могло не отразиться на материальном обеспечении людей, на их настроении. В городе резко возросла миграция населения. Уезжали квалифицированные кадры. Учкудук переживал еще одну страницу истории своего существования, тогда стоял вопрос: «Быть или не быть Учкудуку?!»

В 1992 г. Кабинетом Министров независимой Республики Узбекистан было принято Постановление о мерах по обеспечению ускоренного социально-экономического развития Зарафшан-Учкудукского региона в 1992-1995 гг. и стабилизации работы предприятий НГМК.

Необходимо сказать о тех, кто поднимал эту грандиозную по своим масштабам стройку. День и ночь принимались решения, работали штабы. За этот короткий период принято более 1200 технических решений по объектам строящегося производства. 1500 рабочих, не выходя за пределы периметра заводской площадки, вахтовым методом поднимали объект. Строительство ГМЗ-3 без преувеличения можно назвать – Стройкой века.

И два сверкающих слитка золота в руках Президента – итог героического труда. Это – победа! 14 июня 1995 г. пуск гидрометаллургического завода № 3 золотыми буквами вписан в историю трудовой жизни Северного рудоуправления.

Наступил следующий этап развития предприятия. Время потребовало от нас увеличения мощностей, перехода на современный технический уровень, а



Рис. 4. Диспетчерская ГМЗ-3

партий была доказана промышленная ценность перспективных участков Южный-1, Восточный, Ближний, Центральный. Подтверждение целесообразности промышленного освоения месторождений «Кокпатас» и «Даугызтау» дало возможность стро-



Рис. 5. Плавка

снижение запасов окисленных золотосодержащих руд – строительства нового производства по технологии BIOX (флотация, биоокисление с последующим цианированием концентратов), разработанной



компанией «ДЖЕНКОР ЛТД» (в последствии «ГОЛД ФИЛДЗ ЛТД») ЮАР.

На сегодняшний день основное технологическое оборудование смонтировано. Плановность и последовательность подключения всего цикла новой технологии позволили в намеченные сроки сдать объект. В июле текущего года были приняты первые вертушки сульфидной руды с месторождения Кокпатас для пуско-наладки комплекса BIOX.

На карьере Кокпатас ведется добыча сульфидной руды, которая обеспечит ГМЗ-3 работу комплекса BIOX на долгие годы.

В подготовке к пуску новой технологии, был использован научный подход и опыт специалистов, а также обучение работающего персонала. В этих целях в лаборатории ГМЗ-3 была смонтирована мини установка процесса бактериального окисления сульфидов по всем циклам технологии BIOX. Следующим шагом стало получение слитка золота из сульфидных руд в промышленных условиях и эта задача на сегодня решена!

Таким образом, к юбилею комбината и его ровесника - Северного рудоуправления - подарено еще одно возрождение золотодобывающей промышленности в пустынном регионе, безводном, но богатом полезными ископаемыми, некогда считающимся безжизненным, а в настоящее время заселенном великолепными городами-оазисами. Разве наши предки, прокладывая Шелковый путь и оставляя наскальные росписи, могли предположить, что по их следам и узким верблюжьим тропам люди проложат магистраль дорог, соединяющие сетью все населенные пункты пустыни.

50 лет назад Учкудук был открыт, как производство, добывающее уран. Страна переходила на атомные двигатели высокой мощности, и необходимо было сырье. В настоящее время Геотехнологический рудник Северного рудоуправления, ведет добычные работы на месторождениях «Киндык-Тюбе» и «Сугралы».

«Киндык-Тюбе», был открыт в 1993 г. За последние годы было опробовано много технологических схем вскрытия и отработки уранового оруденения. И все же, основным способом добычи урана, используемым на гидrogenных месторождениях, приуроченных к обводненным осадочным породам, стал способ выщелачивания.

Кислотный способ позволяет достичь высоких технологических показателей, но обладает рядом существенных недостатков. В качестве альтернативного способа выщелачивания Северным рудоуправлением НГМК и ОНИС-2 ВНИИХТа разработана так называемая миниреагентная технологическая схема, основанная на результатах опытных и опытно-промышленных работ, проведенных на рудных залежах с относительно высоким содержанием карбонатов. На данном месторождении была применена впервые в мире технология отработки запасов ПВ по

миниреагентной схеме выщелачивания, которая позволила значительно снизить себестоимость продукции относительно кислотной схемы. Согласно разработанной программе добычи на 2008-2012 гг. данное месторождение будет полностью отработано к декабрю 2012 г. Параллельно с освоением запасов «Киндык Тюбе» ведутся разработки на месторождении «Сугралы». Освоение этого месторождения начато с 1998 г., а добычные работы с 2002 г. Перспективный участок, но со своими особенностями, связанными со сложными горно-геологическими и геохимическими условиями.

С целью увеличения объемов добычи урана, в данное время производятся горно-подготовительные и строительно-монтажные работы на залежи № 2 месторождения «Сугралы». Руководством НГМК разработана программа развития и технического перевооружения уранового производства, которая предусматривает увеличение добычи к 2012 г. в 2 раза.

Создавая рабочие места, определяя рост промышленной зоны, руководители НГМК и Северного рудоуправления никогда не забывали о человеческом факторе.

Поднимая социальный уровень, большое внимание было обращено на профилактику здоровья трудящихся, лечение и заслуженный отдых. Для детей ежегодно открыты детские оздоровительные лагеря, работающим предоставляются путевки в дома отдыха и санатории как в республике, так и за ее пределами.

За полувековой период профессионально вырос и окреп коллектив спортивного комплекса, где без преувеличения можно гордиться спортивными достижениями наших спортсменов и спортивных команд. 40 лет радует жителей творческий коллектив ДК «Современник», где хореографические коллективы, вокальные группы прославили город во многих странах, занимая в конкурсах призовые места, чаще первые.

Нет никакого сравнения, на сколько красивее стал наш город за годы независимости. Выросли новые микрорайоны №№ 11, 12, 13, построены парковые зоны, высажены тысячи деревьев и кустарников. Город с каждым годом омолаживается, и есть перспективы на освоение новых месторождений богатейших запасов, тающихся в недрах пустыни.

Жемчужиной в пустыне можно назвать Учкудук сегодня.

От всей души поздравляю всех работников как Северного рудоуправления, так и Государственного предприятия «Навоийский горно-металлургический комбинат» с золотым юбилеем и желаю новых успехов в решении задач, поставленных перед нами, крепкого здоровья, счастья и благополучия!



ОТКРЫТЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ В СЕВЕРНОМ РУДОУПРАВЛЕНИИ НГМК: НЕМНОГО ИСТОРИИ, ПУТИ РАЗВИТИЯ

Зинько Н.А., главный инженер Северного рудоуправления НГМК; **Новиков В.И.**, начальник горного отдела Северного рудоуправления НГМК

Пятьдесят лет прошло с тех пор, когда в самом центре пустыни Кызылкум началось промышленное освоение уранового месторождения и строительство на его базе мощного добычного комплекса с современной производственной и социальной структурой. Для открытой разработки месторождения проектом предусматривалось строительство 11 карьеров, но началось все с того, что в декабре 1957 г. Государственным специальным проектным институтом было выдано проектное задание на проведение опытных открытых горных работ на месторождении Учкудук. В качестве добычного оборудования предполагалось применить роторный экскаватор РВ-1 и, как вариант для сравнения, тракторный скрепер Д-188А. При проведении опытных работ ставилась цель по определению целесообразности применения на месторождении выбранного горно-транспортного оборудования и необходимых усовершенствований этого оборудования для данных условий. Необходимо было определить оптимально-выгодную производительность основного оборудования, производительность конвейеров, степень налипания грунта на ленту и разработать мероприятия по борьбе с налипанием, а также выработать оптимальные параметры открытых работ – допустимые углы откосов, уступов и бортов карьера, определить основные параметры отвалообразования. Попутно предполагалось испытать на селективной добыче роторный экскаватор РВ-1, самоходный погрузчик типа Т-61В и колесный скрепер типа Д-188А с целью выявления возможности применения указанного оборудования в период нормальных добычных работ по отработке месторождения открытым способом.

Для опытных работ был рекомендован участок месторождения на западном фланге будущего карьера № 1, выбор которого обуславливался некоторыми преимуществами:

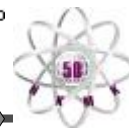
- расположение опытного участка обеспечивало нормальное развитие эксплуатации карьера после проведения опытных работ, исключив при этом излишние переброски оборудования;

- небольшой объем вскрышных работ на значительной площади участка при малой глубине залегания руды обеспечивал за короткий срок одновременное испытание в производственных условиях роторных экскаваторов и тракторных скреперов как на вскрыше, так и на добыче;

-за этот же срок подготавливалась необходимая первоначальная площадь в карьере для образования внутренних отвалов при минимальной вывозке пород вскрыши во внешние отвалы.

Роторный экскаватор РВ-1 был запроектирован и сконструирован механическими мастерскими Часов-Ярского рудоуправления и принят для реализации проекта исходя из того, что других типов данного оборудования отечественная промышленность того времени не изготавливала. Кроме того, удаленность железной дороги от месторождения и отсутствие ремонтной базы в период проведения опытных работ были существенными аргументами в пользу необходимости применения оборудования не требующего больших капитальных затрат и не сложного в эксплуатации. Для транспортировки породы на горизонтальных участках принимались конвейеры типа РТ-60, на наклонных - КРП-300. Для сокращения числа переноски ленточных конвейеров при перемещении фронта работ, погрузка породы от роторного экскаватора на конвейер РТ-60 осуществлялась через самоходный транспортер типа СТ-7.

С самого начала освоения месторождения потребовалось проведение научных исследований, которые помогали решать многие сложные научно-технические задачи, ранее не встречавшиеся в практике горнодобывающей промышленности. Большой вклад в проведение научных исследований внесли сотрудники научно-исследовательского отдела открытых горных работ (НИО-28) института ВНИПИпромтехнологии, которые осуществляли научно-техническое сопровождение проектирования, освоения и разработки Учкудукского уранового месторождения. Исследования показали экономическую эффективность предварительного рыхления забоев роторных экскаваторов буровзрывным способом. Разработанные методы взрывания обеспечили устойчивую работу роторных комплексов на плотных глинах, позволили сохранить достигнутую производительность. Впервые в мировой практике была реализована промышленная технология открытой разработки роторными комплексами разнородных вскрышных пород с крепкими пропластками, подготовленных к экскавации буровзрывным способом. Были разработаны и внедрены технологические решения по внутреннему отвалообразованию с насыпными транспортно-отвальными



перемычками и повышенными углами откосов отвальных ярусов, позволявшие сократить расстояния транспортирования вскрышных пород с получением значительного экономического эффекта. Рост объемов добычи сопровождался и обеспечивался внедрением и освоением на открытых горных работах новой техники. На вскрышных работах в карьерах использовали самую мощную для того времени горнотранспортную технику - роторные экскаваторы ЭРГ - 1600/3000, ЭРГ - 400/1000, драглайны ЭШ - 10/60, экскаваторы - ЭКГ-8и, ЭКГ-4,6. При выборе механизмов и схем для добычных работ были опробованы роторные экскаваторы, бульдозеры, скреперы и экскаваторы типа «прямая лопата». Оптимальной оказалась схема работы с использованием экскаваторов ЭКГ-4,6, автотранспорта и бульдозеров, позволившая при минимальных потерях и разубоживании производить селективную выемку руды. Открытые горные работы в Северном рудоуправлении проходили несколько этапов технического перевооружения. Так на смену автомобилям КраЗ пришли 27-тонные БелАЗы, затем 40- и 45-тонные. С 1986 г. на карьерах работали первые 36 автосамосвалов БелАЗ-549 грузоподъемностью 75 т. Переход на эксплуатацию автомобилей-самосвалов большой грузоподъемности и мощности был реальным направлением технического прогресса и повышения эффективности автотранспорта, улучшения экономических показателей транспортных перевозок, надежности и интенсификации эксплуатации технологического автотранспорта. Для достижения положительных результатов ведения горных работ принимались различные технические решения. Так с 1982 г. в карьере № 13 стали применять «веерную» схему подвигания фронта горных работ. Это было сделано для необходимости улучшения результатов работы карьера по вскрыше из-за невыполнения плана по этому показателю и сокращения рабочих площадок. Точка разворота «веера» находилась в северной части карьера, где верхнее крыло рудной залежи имело малую мощность и невысокую продуктивность. Широкая часть «веера» приходилась на «мешковую» часть и нижнее крыло залежи, которое являлось наиболее мощным и более продуктивным. Поэтому «веерная» схема позволила отрабатывать очистной уступ с меньшими обнажениями по поверхности, что сократило объемы вскрыши на верхних горизонтах.

В 1991 г. для Учкудука наступил новый этап развития открытых горных работ. Руководством НГМК было принято решение о начале горных работ на месторождении «Кокпатас» с целью обеспечения необходимого запаса балансовой руды к пуску ГМЗ-3 и создания инфраструктуры для нормального функционирования горного предприятия на базе месторождения «Кокпатас». И вот в начале 1991 г. на руднике «Восточный», из числа ИТР и рабочих горноэксплуатационных и ремонтных уча-

стков был сформирован участок № 4. Костяк инженеров участка составили специалисты-горняки, имеющие опыт решения порой неординарных задач, которые возникали в процессе ведения горных работ, строительства автодорог, отвалов, ЛЭП и организации ремонта горной техники. Предстояло выполнить ряд непростых задач: во-первых - перегнать с карьера № 13 на месторождения «Кокпатас» экскаваторы и, во-вторых, в кратчайшие сроки создать минимальные условия для проведения текущих ремонтов горного оборудования и технологического автотранспорта, построить ЛЭП, технологические и вспомогательные автодороги. Эти поставленные задачи были успешно выполнены и в июле 1991 г. экскаватором ЭКГ-4,6 № 22 был отгружен первый ковш горной массы с карьера «Южный-1». В 1979 г. был разработан и утвержден технический проект строительства горнорудного предприятия на базе месторождения «Кокпатас» открытым способом. Проектируемые карьеры (21 карьер) располагались на территории около 40 км². Наиболее крупные из них - карьеры «Южный-1», «Западный-1» и «Восточный». В 1991 г. проектом строительства 1-й очереди горно-металлургического предприятия на базе окисленных руд месторождения «Кокпатас» были внесены изменения в проект 1979 г. в части увеличения производственной мощности по добыче руды, обоснована и скорректирована высота добычного уступа. Кроме того, было предусмотрено проведение опытно-промышленных работ по крупнопорционной сортировке и опробованию руд с использованием метода экспресс-анализа. В результате проводимых на месторождении дополнительных геологоразведочных работ силами ГРП-2, количество карьеров увеличилось до 64. С начала эксплуатации месторождения (по состоянию на 01.01.2008 г.) из карьеров было извлечено 114,2 млн. м³ горной массы. Открытые горные работы на месторождении «Кокпатас» за время прошедшее с 1991 г. прошли несколько этапов технического перевооружения. Первый этап приходится на 1996-1999 гг. В этот период были приобретены и введены в эксплуатацию гидравлические экскаваторы RH-40E фирмы «О&К». В условия увеличения числа карьеров и уменьшения их размеров в плане гидравлические экскаваторы, не зависящие от строительства и переноса ЛЭП при их маневренности, значительно облегчили производственный цикл. Вторым этапом прошёл с 2005 по 2007 гг. когда на карьеры пришли новые экскаваторы ЭКГ-5А. Обновился и парк буровых станков - на смену СБУ-100ГА, в 1999 г. поступили буровые станки фирмы «Атлас-Копко» ROC-860, хорошо зарекомендовавшие себя в условиях карьеров «Кокпатас». В настоящее время открытые горные работы на месторождении «Кокпатас» переживают очередной этап своего развития в связи с переходом ГМЗ-3 на переработку сульфидных руд.



УСТАНОВКА BIOX® КОКПАТАСА

Питер В.А., консультант компании Gold Fields Ltd.; **Рашидов И.Ш.**, глава представительства компании Gold Fields Uzbekistan Ltd.; **Оливиер Й.В.**, управляющий компании Gold Fields Ltd., департамент BIOX; **Эргашев У.А.**, главный технолог Северного рудоуправления НГМК, канд. техн. наук

Технологический процесс BIOX®, в котором происходит предварительная переработка упорных сульфидных золотосодержащих руд, был разработан с целью увеличения степени извлечения золота в металлургическом процессе. Золото в сульфидных рудах заключено в сульфидных минералах, которые препятствуют выщелачиванию золота цианидом. Технологический процесс BIOX® разрушает сульфидные минералы и высвобождает золото для последующего цианирования, увеличивая, таким образом, степень его извлечения.

Технология BIOX® имеет много реальных преимуществ по сравнению с обычными методами переработки упорных руд, таких, как обжиг, автоклавный метод и выщелачивание азотной кислотой. В число таких преимуществ входят:

- улучшение степени извлечения золота;
- значительно более низкие капитальные затраты;
- низкие эксплуатационные затраты;
- надежность технологии, незаменимая для удаленных районов;
- требует невысокий уровень квалификации для эксплуатации процесса;
- экологически чистая технология;
- постоянное развитие и совершенствование технологии.

Права на технологический процесс, который применяется в промышленных масштабах уже более 17 лет, принадлежат компании Biomin Technologies SA, дочерней компании Gold Fields Ltd.



Рис. 1. Строительство установки BIOX® Кокпатаса

Однако, первоначальные исследования и разработка технологического процесса были осуществлены компанией Gencor Process Research (в настоящее время BHP Billiton), в ее технологическом центре в Йоханнесбурге.

Технология BIOX®

В технологическом процессе используется культура, включающая три встречающиеся в природе бактерии: *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus thiooxidans* and *Leptospirillum ferrooxidans* – для разрушения сульфидной минеральной матрицы в перерабатываемой руде, при этом золото высвобождается для последующего цианирования. Бактерии воздействуют на поверхность сульфидов металлов, что обеспечивает улучшение степени окисления сульфидов.

В технологическом процессе BIOX® происходит непрерывная подача флотационного концентрата в модуль перемешиваемых реакторов.

Низкий уровень pH, а также высокая температура пульпы улучшают эффективность процесса, при этом очень важно поддерживать эти параметры в пределах узкого диапазона значений для того, чтобы поддерживать правильный баланс бактерий для достижения оптимальной степени окисления.

В реакторы подается воздух, температура пульпы поддерживается на оптимальном уровне 40-45°C. Вследствие того, что реакции окисления сульфидов являются экзотермическими, необходимо обеспечить охлаждение резервуаров для поддержания оптимального уровня температуры пульпы. Это осуществляется за счет циркуляции воды охлаждения и отвода избыточного тепла с применением градирни.

Уровень pH регулируется добавлением в пульпу известняка либо серной кислоты. Так как для прямого окисления сульфидов требуется большое количество кислорода, необходимо нагнетать и диспергировать в пульпе большие объемы воздуха. Это представляет собой одну из наиболее важных инженерных задач при проектировании биореактора в промышленном масштабе.

Кроме этого, бактериям необходим достаточный объем углекислого газа для поддержания клеточного роста. Углекислый газ поступает в процесс вместе с нагнетаемым воздухом, а также с карбонатными минералами. При отсутствии карбонатных минералов в концентрате, добавляется известняк.

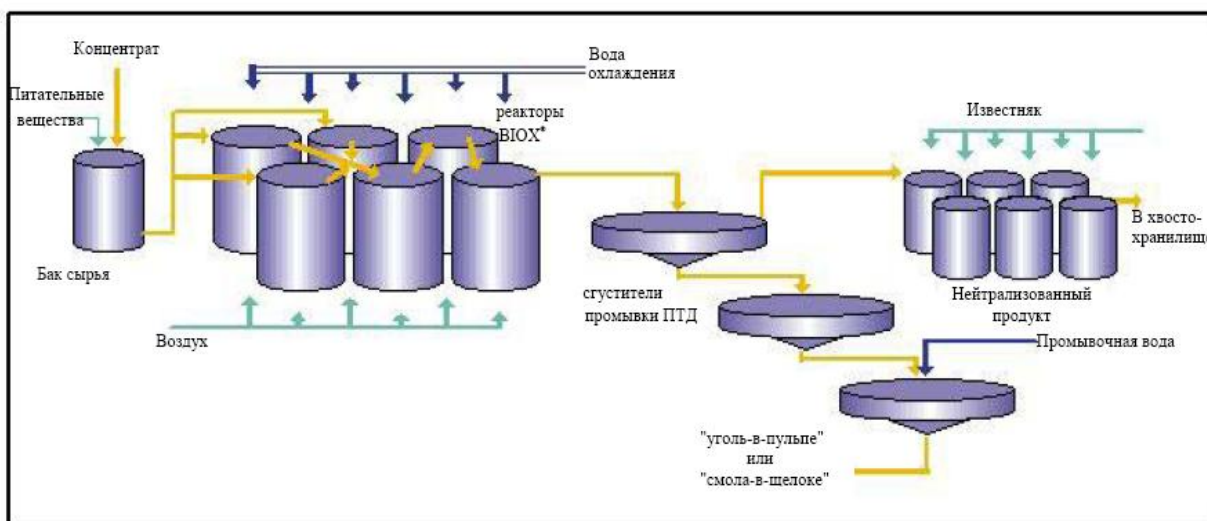


Рис. 2. Типичная схема процесса BIOX®

Бактериям также необходимы питательные вещества для устойчивого роста. Азот, фосфор и калий добавляются в первичные реакторы в различных формах и количествах, в зависимости от состава перерабатываемого концентрата.

Общее время пребывания материала в реакторах биоокисления, в основном зависящее от минералогического состава, как правило, составляет от четырех до шести дней.

Для руд, в которых золото заключено в основном в арсенопирите, требуется меньшее время пребывания материала в установке для достижения оптимальной степени высвобождения золота, чем для руд, в которых большинство золота заключено в пирите. Это объясняется тем, что скорость окисления арсенопирита выше по сравнению с пиритом.

В процессе бактериального окисления происходит растворение таких элементов, как железо, сера и мышьяк. После окисления, продукт процесса BIOX® промывается в контуре противоточной декантации и раствор нейтрализуется в двухстадийном процессе нейтрализации с применением

известняка и/или извести. Образующийся осадок отвечает экологическим стандартам, и может безопасно складироваться в хвостохранилище. Технологический процесс BIOX® является незагрязняющим и экологически чистым методом переработки упорных руд.

В целях сбережения воды, нейтрализованные стоки могут быть смешаны с хвостами флотации перед сгущением. Осветленный раствор сгустителя может быть возвращен в процесс в качестве воды разбавления на участки измельчения, флотации и установку BIOX® перерабатывающего предприятия. Таким образом, данная технология идеально подходит для засушливых регионов.

Отмытый продукт процесса BIOX® перерабатывается на обычной установке сорбционного цианирования, где происходит окончательное извлечение золота.

Действующие установки

В настоящее время эксплуатируются шесть установок BIOX® – в Южной Африке, Гане, Китае, Казахстане и Австралии. Установка BIOX® Фэйрвью в Южной Африке успешно работает уже более

Таблица

Общие сведения по всем установкам BIOX®, успешно введенным в эксплуатацию

Название установки BIOX®	Страна	Год пуска в эксплуатацию	Производительность по концентрату (т/сут)	Проектное содержание серы (%)	Текущее состояние
Фэйрвью	ЮАР	1986	62	14.3	Действующая
Сан Бенто	Бразилия	1990	150	19	Содержание и обслуживание
Харбор Лайтс	Австралия	1991	40	18	Выведена из эксплуатации
Вилуна	Австралия	1993	158	24	Содержание и обслуживание
Сансу (Ашанти)	Гана	1994	960	9.1	Действующая
Кориканча	Перу	1998	60	24	Содержание и обслуживание
Суздальское	Казахстан	2005	192	12	Действующая
Фостерфиль	Австралия	2005	211	21	Действующая
Богосо	Гана	2007	750	16	Действующая
ДжингФенг	Китай	2007	760	9.4	Действующая



22 лет.

Установка BIOX® Кокпатас

Золото, присутствующее в руде Кокпатаса, очень мелкозернистое и, как правило, заключено в сульфидных минералах. Основными сульфидными минералами в руде являются пирит и арсенопирит.

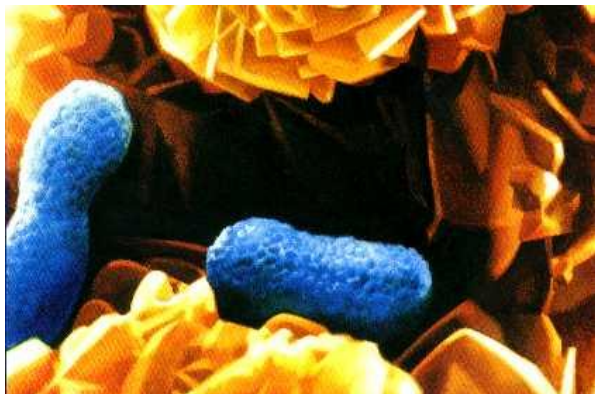


Рис. 3. Микрофотография бактерий *Thiobacillus ferrooxidans*, входящих в состав бактериальной культуры, применяемой в процессе BIOX®

При прямом цианировании было достигнуто низкое извлечение золота, что потребовало применения технологического процесса для разрушения сульфидной матрицы и высвобождения золота.

Экспертная комиссия, в составе представителей НГМК, Госкомитета по геологии и ряда правительственных организаций Республики Узбекистан, рассматривала три различных технологии для переработки упорных руд Кокпатаса.

Технология BIOX® была определена как единственный процесс, который гарантировал связывание мышьяка в конечных отходах в виде устойчивого соединения, обеспечив высвобождение золота незагрязняющим и экологически чистым методом. Решение о применении технологии BIOX® в Узбекистане было принято в результате тщательного конкурсного отбора, проведенного в период с 1993 по 1995 гг.

В этот же период были проведены полупромышленные испытания на установке флотации и установке BIOX® в Южной Африке, а также на базе лаборатории Ингичка в Узбекистане, которые подтвердили положительные результаты, полученные в ходе предварительных лабораторных испытаний, и предоставили достаточную информацию для проектирования полномасштабной промышленной установки для переработки сульфидных руд.

В 1997 г. аналогичные испытания были выполнены компанией GENCOR Process Research в Южной Африке на валовой 15-тонной пробе сульфидной руды месторождения Кокпатас, которые дали хорошие результаты.

Предварительная обработка флотационного концентрата процессом BIOX® обеспечила достаточную степень высвобождения золота и позволила добиться извлечения на цианировании более 90%.

Испытания выполненные для проекта Аман-



Рис. 4. Ниреш Деонарайн, Ст. инженер-металлург BIOX®, помогает в процессе выращивания инокулята культуры BIOX® Кокпатас

тайтау Голдфилдс для руд Амантайтау и Даугызтау, также показали хорошие результаты.

Договор о лицензии между НГМК и Biomin Technologies S.A. на предоставление технологии BIOX® был подписан в марте 2000 г.

Первая очередь Установки BIOX® Кокпатас будет иметь проектную мощность 1069 т/сут при содержании сульфидной серы 20%, это будет самая крупная установка BIOX® в мире. Первая очередь установки BIOX® включает четыре модуля. Каждый модуль имеет три первичных и три вторичных реактора, всего - 24. Каждый модуль имеет проектную производительность 267 т концентрата в сутки.

С вводом второй очереди установки общая проектная производительность достигнет 2163 т/сут с включением в переработку флотационного концентрата месторождения Даугызтау. Это возможно благодаря модульной конструкции контура биоокисления установки BIOX®. Строительная готовность первой очереди установки предусматривает возможность расширения для второй очереди – как в плане размещения объектов, так и в плане производительности оборудования, например, сгустителей ПТД.

Будущее технологии BIOX® на Кокпатасе

Продолжаются исследования – как лабораторные, так и на действующих установках, направленные на дальнейшее повышение производительности процесса, а также его экономической эффективности. Одним из основных направлений работ является снижение расхода цианида при выщелачивании продукта BIOX®.



РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ СЕВЕРНОГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ НГМК

Истамов В.К., зам. главного инженера по ИТ Северного рудоуправления НГМК

Завершение строительства I очереди Гидрометаллургического завода №3 в 1995 г. вызвало необходимость в усовершенствовании существовавшей и создании современной автоматизированной системы управления производством (АСУП) и технологическими процессами (АСУ ТП) Северного рудоуправления НГМК.

Строительство завода и освоение новых месторождений расширило географию предприятия более чем на 130 км, в связи с чем возникла острая необходимость в строительстве новых телекоммуникационных систем необходимых для организации управления производством.

Высокотехнологичные производства в десятки раз увеличили количество применяемых в производстве контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (КИП и А).

В связи с поступлением на производство технических устройств, ранее не использовавшихся на предприятии, Северное рудоуправление стало испытывать острую нехватку высококвалифицированных специалистов в области автоматизации высокотехнологичных процессов, разработки и эксплуатации программно-вычислительных комплексов.

Для реализации перечисленных задач в НГМК и Северном рудоуправлении была разработана и внедрена концепция перспективного развития и технического переоснащения предприятия.

К началу 2005 г. в рудоуправлении на вооружении состояли декадно-шаговые и координатные телефонные станции абонентской емкостью 2700 номеров. В 1995-1997 гг. взамен их были введены в эксплуатацию шесть АТС типа «Квант», общей абонентской емкостью 4500 номеров, что в последующие годы позволило обеспечить телефонной связью промышленные площадки и растущий жилой сектор города Учкудук.

2005-2006 гг. явились началом нового этапа в развитии телекоммуникационных систем рудоуправления. На основании «Проекта модернизации телекоммуникационных систем НГМК» взамен установленных АТС «Квант» в эксплуатацию вводятся АТС типа: «Alcatel». К концу 2007 г. основное производство было обеспечено 1200 номерами вновь введенных телефонных станций. Разноудаленность технологических объектов по-

требовала решать вопросы строительства надежных и высокопроизводительных телекоммуникаций, в связи с чем, на основных площадках рудоуправления было установлено оборудование беспроводного доступа типа «AIRMUX».

В альтернативу проводной связи, использование которой на отдаленных объектах было ограничено ввиду отсутствия капитальных коммуникаций, была построена ведомственная система радиосвязи с использованием базового и стационарного оборудования транкинговой связи «Motorola» типов: MTR-2000, GM-1280, GM-640, GP-680, GP-640. Ввод в эксплуатацию системы ведомственной радиосвязи позволил обеспечить связью технологический персонал подразделений, аварийные и диспетчерские службы рудоуправления и города, тем самым, обеспечив оперативное управление производством. В настоящий момент оборудованием системы транкинговой радиосвязи оснащены более двухсот машин, механизмов и рабочих мест в подразделениях.

Высокотехнологичные объекты, такие как гидрометаллургическое и сернокислотное производство ГМЗ-3, установка по первичной переработке продуктивных растворов геотехнологического рудника, опытный рудосепарационный комплекс, вновь вводимые напорно-запасные резервуары воды и комплекс очистных сооружений города потребовали принятия комплексных решений в области автоматизации технологических процессов и метрологического обеспечения производства.

В целях обеспечения единства и единообразия контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации как вновь вводимые, так и реконструируемые технологические объекты других подразделений рудоуправления оснащались техническими средствами ведущих мировых производителей, таких как: «Endress+Hauser Instruments International AG», «Samson», «Siemens», «КЕВ». Общее количество средств измерений (СИ) находящихся в эксплуатации превысило 10 000 ед. При этом, особое значение придается вопросам стандартизации и метрологического обеспечения производства, организации ремонта и поверки СИ. В настоящее время в Северном рудоуправлении действует ведомственная метро-



логическая служба, возглавляемая сертифицированными специалистами и имеющая в своем составе более 30 должностных лиц, ответственных за метрологическое обеспечение в подразделениях рудоуправления.

В производство внедрены АРМ Метролог, АРМ Стандарт, что в значительной мере помогает своевременно исполнять графики периодической поверки СИ, осуществлять метрологическое обеспечение предприятия.

Рост предприятия вызвал необходимость усовершенствования АСУП, для чего осуществлялось оснащение предприятия комплексом вычислительных средств, создавались новые рабочие места. Се Сегодня АСУП состоит из более 200 автоматизированных рабочих мест, построены три локальные вычислительные сети, состоящие из семи информационных систем и объединяющие в едином информационном поле более 100 пользователей.

На руднике «Восточный» в течение ряда лет успешно эксплуатируется комплекс программно-технических средств автоматического проектирования технологии подготовки горного производства (САПР ТП ГП), позволяющий осуществлять оперативный сбор данных, анализ и подготовку сортовых планов для производства горных работ.

На предприятии функционирует вертикаль

специализированных технических служб. Наряду с ремонтно-эксплуатационными участками, входящими в состав отдельных подразделений и составляющими более 100 рабочих мест руководителей и специалистов, в рудоуправлении имеется Центральная лаборатория КИП и А, которая обеспечивает потребности предприятия по 16 техническим направлениям, в цехе в настоящее время работает более 170 человек.

Другим специализированным подразделением является Информационно-вычислительный центр, который обеспечивает сопровождение программно-технического комплекса АСУП рудоуправления и насчитывает в своем составе около 40 специалистов.

Предприятием проводится дополнительная работа в области предоставления информационных услуг. В целях повышения культурного и информационного обеспечения жителей города и работников предприятия, на основании лицензионных соглашений осуществляется эфирное вещание нескольких радио- и телевизионных каналов. Функционирует и выходит в эфир собственная телестудия «Орион», начавшая свою деятельность в 1995 г. Ежедневно в эфир выходят авторские и информационные программы, освещающие жизнь предприятия, города и региона в целом.

УДК 622

© Прокофьев В.Н. 2008 г.

ГОРНЫЙ КОМПЛЕКС МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КОКПАТАС»

Прокофьев В.Н., зам. главного энергетика рудника «Восточный» Северного рудоуправления НГМК

Промышленная ценность золоторудных проявлений южных отрогов Букантау была доказана геологами в 60-х гг. прошлого века, последующая детальная разведка ее подтвердила. В конце 80-х запасы были переданы в НГМК для отработки. Золоторудные залежи месторождения «Кокпатас» расположены в пределах измененных отложений карашохской свиты и приурочены к разрывным нарушениям субширотного и северо-восточного простирания, к надвигу между карашохской и кокпатаской свитами. Рудные проявления имеют пластообразную форму, ветвятся в краевых частях и на глубине. До глубины 15÷70 м развита зона окисления, в пределах которой произошло замещение сульфидов гидроокислами. Несомненным плюсом является сравнительно небольшая

глубина залегания рудных тел, что позволило применить для их извлечения более прогрессивный открытый способ разработки.

В связи с конверсионными тенденциями конца 80-х начала 90-х гг. XX столетия, перед коллективом рудника «Восточный» встала задача – одновременно со свертыванием урановой программы, приступить к освоению золоторудного месторождения «Кокпатас» в 40 км от «обжитого» уранового комплекса. Золотоизвлекательный завод ГМЗ-3 намечено было запустить к лету 1995 г., к этому времени на складе рудника должен был лежать миллион тонн золотой руды.

Неординарность задачи потребовала и неординарности организационных и технических решений. Из состава рудника, без увеличения числен-



ности, было сформировано три новых участка: горно-технологический, ремонтно-механический и электроснабжения, которые возглавили молодые инициативные специалисты. С марта 1991 г. они начали готовить промплощадку Кокпатаса к приему горной техники. Исходные данные были «нулевыми»- электроснабжения нет, питьевого водовода нет, технической воды для пылеподавления тоже нет. Были проекты разработки первых карьеров (всего их на месторождении намечалось более 60-ти) и забиты четыре колышка по углам будущей временной площадки. Ситуация осложнялась еще и тем, что в рудоправлении не было тяжелых трайлеров и автокранов для перевозки многотонной горной техники, да и времени на ее демонтаж-монтаж тоже не было. И если 5-ти кубовые экскаваторы можно было буксировать до месторождения бульдозерами (всего этим способом на месторождение было доставлено семь 5-ти кубовых экскаваторов), то с ЭКГ – 8И так не получалось из-за их громадного веса.

Решение пришло от специалистов группы наладки. У коллег по горному комплексу арендовали БелАЗ -549, настроили его генератор на рабочее напряжение двигателя хода ЭГК-8И, соединили технику жесткой сцепкой, и первый ЭКГ-8И № 19 поехал в 40-километровый путь со своей «дизель - электростанцией». Всего этим способом на месторождение было доставлено шесть 8-ми кубовых экскаваторов.

Первые две линии электроснабжения на ремонтную площадку и карьер «Южный-1» построила подрядная организация МСУ-79 от временной ГПП-35/6, смонтированной силами УРМ-ГЭО возле строящейся ГПП -110/35/6 кв. Это позволило уже 2 июля 1991 г. отгрузить в отвал первый самосвал горной массы.

Золотая эпопея Кокпатаса началась и успешно продолжается по сегодняшний день. Технических и технологических проблем в начальный период было немало, прежде всего, из-за сложных горно-геологических условий.

Например, буровая техника из песчаных и глинистых урановых карьеров здесь не годилась. Буровикам пришлось на ходу осваивать новые для себя станки шарошечного и ударно-вращательного бурения, взрывникам - учиться разрушать скальные породы. К началу 1995 г. работу десяти экскаваторов обеспечивали взорванной горной массой полтора десятка станков разных модификаций.

Весной 1995 г. строительство первой очереди ГМЗ-3 практически было завершено. К этому времени на рудном складе «Кокпатаса» были готовы к отправке на завод около 2-х млн. т золотой

руды - почти вдвое больше задания. Всего с начала открытых работ на месторождении было разработано около 120 млн. м³ горной массы, в том числе более 30 млн. т золотосодержащей руды.

Все эти годы рудник чувствовал поддержку руководства рудоправления и комбината по внедрению новой техники и передовых технологий. С 1996 по 1999 гг. значительная часть экскаваторного и бурового парка была заменена дизель-гидравлическими горными машинами RH-40E и ROC-860, что снизило нагрузку на механизмы с электроприводом, дало передышку для освоения новых модернизированных ЭКГ-5А с электронным управлением главными приводами. Обновляется и горно-транспортная техника.

За 2004-2008 гг. приобретены 29 ед. новых 45-ти тонных и 26 ед. 55-ти тонных карьерных самосвалов, 3 фронтальных погрузчика, тяжелый бульдозер, 2 автогрейдера. Взрывные работы значительно облегчились с вводом в Центральном рудоправлении НГМК завода по производству эмульсионных взрывчатых веществ. На промплощадке «Кокпатас» построен перегрузочный пункт ЭВВ с постоянно базирующейся зарядно-смесительной машиной СЗМ с компьютерным обеспечением зарядки скважин.

К настоящему времени рудник полностью перешел на импортные радиостанции фирмы «Моторола» с единой частотой; теперь у диспетчера одна рация вместо двух-трех с разными частотами, как было раньше.

Современная техника требует современных методов обеспечения ее работы в наиболее рациональном режиме. С этой целью в 1996 г. на руднике создана служба автоматизированного проектирования работ технологической подготовки горного производства – САПР ТП ГП. Служба производит ввод и обработку в компьютерных программах текущего состояния горных работ, составление сортовых планов построения проекта на взрыв, пересчет запасов по месторождению, и многое другое, что ранее делалось вручную.

К 2008 г. легкодоступные запасы окисленных руд подошли к концу. Увеличение золотодобычи было возможно только при переработке упорных сульфидных руд, которых на месторождении хватало на долгие годы работы. Свой вклад во внедрение новой технологии биовыщелачивания (BIOX®) рудник уже делает - идет добыча одного из компонентов производства - известковой породы, которая после переработки на строящемся дробильно-сортировочном узле, будет отгружаться на ГМЗ-3.

БИОВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ КАОЛИНОВ АНГРЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Куканова С.И., руководитель проекта Института микробиологии АН РУз, канд. биол. наук; Зайнитдинова Л.И., старший научный сотрудник Института микробиологии АН РУз, канд. биол. наук; Исмаев А., аспирант Института микробиологии АН РУз; Лобанова И.В., инженер Института микробиологии АН РУз

Вторичные Ангренские каолины относятся к попутно добываемому сырью угледобычи. До недавнего времени каолины Ангренского разреза использовались фрагментарно и в необогащенном виде. Однако, необогащенный вторичный каолин (в основном серые разности) и сегодня используется рядом предприятий местной стройиндустрии, в основном для производства жженого строительного кирпича. Кирпич из этого сырья получается легкий, пористый и достаточно прочный. Но попытки использования и применения серого вторичного каолина предпринимались неоднократно. Так, были разработаны схемы гидроциклонного обогащения серого каолина, которые были внедрены на Ангренском керамическом заводе. Помимо схем гидроциклона также были предложены схемы, включающие дезинтеграцию, электромагнитную сепарацию и др. Однако, вопросы повышения качества Ангренских вторичных каолинов до сих пор остаются актуальными. Для повышения качества каолинов предло-

жена схема, включающая в себя основные стадии: дезинтеграция, отделение крупных каменистых включений, отделение тонкой фракции каменистых включений, электромагнитная сепарация, сгущение суспензии каолина, сушка. Такая схема позволила увеличить содержание алюминия (более 35%), снизить содержание железа до 0,9% и оксида титана до 0,7% [1].

В связи с вышеизложенным, поиск новых экологически чистых технологий, способных повысить качество каолина, выходит на первый план. В этом ряду одним из наиболее перспективных методов обогащения каолинов является биотехнологический способ с использованием микроорганизмов, который применялся для получения высококачественного каолина в стадии микробиологического вылеживания с использованием природных ассоциаций бактерий [2].

Многочисленными исследованиями было показано, что рациональным и экологически чистым способом удаления железа из глин является использование железоокисляющих микроорганизмов, которые переводят железо в растворимую форму и понижают его содержание в глинах [3, 4, 5].

В связи с этим, проведены исследования по возможности использования железоокисляющих микроорганизмов для обезжелезнения серых вторичных каолинов.

Модельные опыты были поставлены в конических колбах при содержании Т:Ж=1:7 с применением ассоциации бактерий *A.ferrooxidans* КСБ с использованием питательной среды с содержанием железа – 6,6 г/л. Продолжительность культивирования микроорганизмов составляла 7 суток, исходное

Таблица 1

Содержание железа в кеке бактериального выщелачивания

Продукт	Содержание железа в пересчете на Fe ₂ O ₃
Исходный каолин.	2,33
После бактериальной обработки, 3 суток культивирования	2,1
После бактериальной обработки, 5 суток культивирования	2,56
После бактериальной обработки, 7 суток культивирования	2,87

Таблица 2

Динамика изменения концентрации веществ в процессе биовыщелачивания

Продукт	Наименование соединений, входящих в состав Ангренского каолина Концентрация веществ, %										
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Содержание железа в пересчете на Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S _{общ.}
Исходный каолин.	51,20	0,65	27,8	2,33	0,44	0,11	0,30	0,06	2,29	0,10	0,59
После бактериальной обработки, 3 суток культивирования	52,54	0,63	29,73	До промывки 1,64, после 1,16	0,20	0,05	0,44	0,05	2,28	0,10	0,18
После бактериальной обработки, 5 суток культивирования	51,54	0,55	29,87	До промывки 1,38, после 0,97	0,20	0,05	0,51	0,05	2,25	0,10	0,17
После бактериальной обработки, 7 суток культивирования	53,44	0,58	29,70	До промывки 1,30, после 0,99	0,20	0,05	0,40	0,05	2,25	0,10	0,17

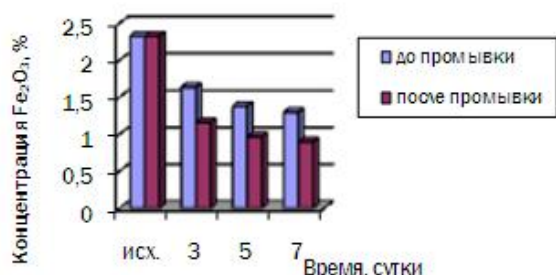


Рис. 2. Динамика обезжелезнения продукта в процессе биовыщелачивания

значение pH пульпы 2,0. В качестве твердой фазы использовался серый вторичный каолин.

Полученные результаты исследований показали, что при этом значении pH среды и таком значительном содержании железа в среде происходит его пересадение и в кеке бактериального выщелачивания мы получаем обратный результат, т.е. наблюдается увеличение концентрации железа (табл. 1).

В связи с тем, что при исходном значении pH бактериальных растворов 2,0-2,5 в течение процесса бактериального выщелачивания отмечается выпадение в осадок гидроокислов железа, мы изменили исходное значение pH бактериальных растворов до 1,5 и 1,7.

Однако, в процессе окисления железа отмечается повышение pH среды, что приводит к гидролизу образующихся окислов железа и выпадению в осадок гидроокислов трехвалентного железа, что значительно ухудшает процесс, так как требуется дополнительная промывка кека выщелачивания соляной кислотой.

Проведенные исследования показали, что во всех исследуемых вариантах проходит снижение содержания железа, при этом минимальные его количества отмечаются в третьем варианте (рис., табл. 2). Здесь концентрация Fe₂O₃ снижается до 1,3%, а после промывки кека бактериального выщелачивания соляной кислотой - до 0,99%.

Таким образом, применение железобактерий для обезжелезнения серого вторичного каолина оказалось эффективным для снижения концентраций железа. Однако, в процессе кислотного бактериального выщелачивания образуется ион сульфата железа и это вторичное загрязнение мешает получению продукта соответствующего стандартам. В связи с этим, на втором этапе исследований нами предлагается обработка каолинов силикатными микроорганизмами, которые за счет биосинтеза органических кислот и полисахаридов проводят мягкую обработку с удалением остаточных ионов железа и сульфатов.

Список литературы:

1. Шакаров Т.И., Салимов З.С., Мкртчян Р.В. О возможности повышения качества Ангренских каолинов. Химическая промышленность, М., 2002, №12.
2. Г.И. Каравайко. Микроорганизмы и их роль в биоготехнологии металлов. «Биоготехнология металлов». Москва, 1989, с. 11-28.
3. Каравайко Г.И. и др. Роль микроорганизмов и некоторых физико-химических факторов среды в разрушении кварца. Микробиология, 1984, 53, №6, с.976.
4. Styriaková, I. Styriak, M.P. Nandakumar and B. Mattiasson, Bacterial destruction of mica during bioleaching of kaolin and quartz sands by *Bacillus cereus*, World Journal of Microbiology and Biotechnology, Volume 19, Number 6, August 2003, Pages: 583 – 590.
5. Platova R.G.I. and Platov Yu.T. Application of biotechnology for the ceramic industry, «Глины и глинистые минералы», Пушкино, 2006, с. 106.

УДК 622

© Атакузиев Э.Т. 2008 г.

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НОВОГО ТИПА ЦЕМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГОЛЬНОЙ ЗОЛЫ

Атакузиев Э.Т., ведущий научный сотрудник кафедры «Технология неорганических веществ» ТашХТИ, канд. техн. наук

Портландцемент является одним из важнейших строительных материалов – весьма энергоёмкий многотоннажный продукт. На выпуск 1 т цемента затрачивается в среднем 200-220 кВт.ч электроэнергии, 1,3-1,5 т природного сырья. В себестоимости клинкера энергозатраты доходят до 60-70%, что обусловлено высокой температурой его обжига при 1450 °С и влажностью шлама, достигающей 36-45%. В связи с этим, пути решения проблем экономии энер-

горесурсов приобретают особое значение. Вследствие этого разработка энергосберегающей технологии алитосульфаталюминатного быстротвердеющего и высокопрочного цемента нового типа путем снижения расходов энергоресурсов на стадиях помола сырья, приготовления сырьевого шлама, обжига клинкера, размола клинкера является актуальной задачей (табл. 1-5, рис. 1-2) [1-5].

Другой, не менее важной проблемой является ре-

сурсосбережение в отрасли. Огромное количество золы и шлаков ТЭС, отходы химических производств – фосфогипса не нашли пока достаточного широкого применения в производстве цемента. В то же время, разработка эффективных технологий рационального применения выше названных отходов в качестве сырья, интенсификаторов процесса обжига клинкера позволит сэкономить значительное количество ценных природных сырьевых ресурсов, снизить расход топлива и электроэнергии на выпуск высококачественного цемента, уменьшить расходы на транспортировку и хранение отходов, на содержание хранилищ и отвалов, снизить загрязнение окружающей среды и оздоровить экологическую обстановку.

В лабораторных условиях были приготовлены и обожжены при 1300°С две сырьевые шихты имеющие одинаковый коэффициент насыщения (КН), но различное содержание фосфогипса (табл. 1).

Таблица 1				
Вещественные составы сульфоалюминатных клинкеров, обожженных в лабораторных условиях				
Вещественный состав, %			Содержание	КН
известняк	угольная зола	фосфогипс	SO ₃	
77,0	20,0	3,0	2,0	0,91
63,3	21,1	10,6	6,6	0,91

Обе смеси обжигались в силитовой печи в течение 15, 20, 25, 30 мин. Фазовые составы клинкеров изучались с помощью рентгеноструктурного и рационального химического и петрографического анализов.

Рентгенограммы обожженных смесей показали, что в смеси № 1, обожженной при 1300°, присутствовали: алит ($d=0,303; 0,277; 0,274; 0,60$), алюмоферрит кальция – C_4AF ($d=0,79; 0,77; 0,203; 0,19; 0,204; 0,1915$), сульфоалюминат кальция C_4A_3S ($d=0,375; 0,322; 0,217; 0,180; 0,62$), двухкальциевый силикат в β -форме ($d=0,277; 0,274; 0,219; 0,1974$) и трехкальциевый алюминат ($d=0,406; 0,219; 0,1549$).

В смеси 2, отличающейся повышенным содержанием фосфогипса, при 1300°С зафиксированы аналитические линии: алита ($d=0,303; 0,773; 0,275$), белита в β -форме ($d=0,318; 0,288; 0,278; 0,275$;

$0,2188$), алюмината кальция ($d=0,25; 0,264; 0,203$), сульфоалюмината кальция ($d=0,375; 0,216; 0,189; 0,162$) и ангидрида $CaSO_4$ ($d=0,349; 0,286$).

Таким образом, оба клинкера имеют в своем составе: алит, белит и сульфоалюминат кальция. Алюминат кальция присутствует в высокоосновной форме – C_3A .

В клинкере 2 с повышенным содержанием SO_3 зафиксировано присутствие $CaSO_4$.

Главные отличия количественные. Интенсивность линий алита в клинкере №1 больше чем в клинкере №2, а интенсивность линий сульфоалюмината кальция, наоборот, больше в клинкере №2.

Так присутствие больших количеств фосфогипса в сырьевой смеси замедляет процесс алитообразования.

Для выяснения процесса разложения фосфогипса при обжиге алитосульфоалюминатной сырьевой

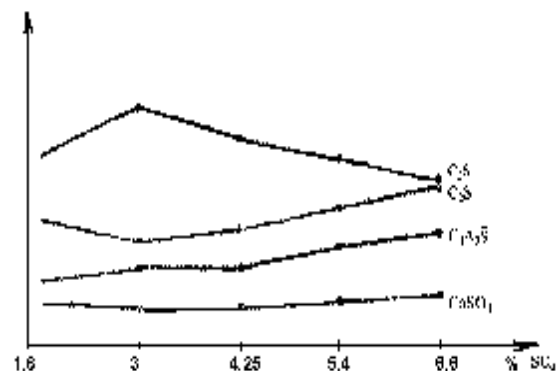


Рис. 1. Интенсивность пиков минералов алито-сульфоалюминатного клинкера в зависимости от количества SO_3 в смесях

смеси были приготовлены сырьевые смеси (табл. 2).

Обжиг производили в силитовой печи при температурах от 900 до 1300°С. Время изотермической выдержки 15 и 30 мин. Рассмотрение рентгенограмм четырех спеков, обожженных при 1300°С и 30 мин. выдержке, показало (рис. 1), что количество образовавшихся минералов зависит от ввода $CaSO_4$ в смесь. Интенсивность пиков C_3S растет в смесях, имеющих до 2% SO_3 , но затем на 30% падает (при вводе 6,6% SO_3). Интенсивность пиков C_4A_3S , наоборот, возрастает на 40% в зависимости от количества введенного SO_3 , но зависимость эта не прямая. Так увеличение пика C_4A_3S в 2 раза происходит при увеличении SO_3 в смеси в 4 раза, причем наиболее интенсивный рост C_4A_3S достигается в смесях с SO_3 от 4,2 до 6,6 %.

С увеличением ввода SO_3 в смеси, в клинкерах возрастает также количество C_2S и $CaSO_4$. Количество белита увеличивается в связи с разложением алита, увеличение количества несвязанного $CaSO_4$ было объяснено выше.

Минералогический состав клинкеров, обожженных при 1200, 1250, 1300°С и при изотермической выдержке 15 и 30 мин определялся рациональным химическим анализом (табл. 3), причем была исследована смесь (№ 5) с содержанием 10% SO_3 .

Таблица 2				
Расчетные химические составы клинкеров				
Количество, %			Содержание SO_3 , %	КН
известняк	зола	фосфогипс		
76,5	21,2	2,3	1,6	0,95
74,2	21,2	4,6	2,94	0,94
72,3	21,1	6,6	4,25	0,93
68,3	21,1	10,6	6,63	0,91
62,3	21,1	16,6	10,11	0,90

Анализ усвоения извести (табл. 3) показывает, что увеличение ангидрида в сырьевой смеси с 1,6 до 6,6% способствует усвоению извести при 1250 и 1300°C и особенно существенно это происходит с 3% SO₃ (смесь № 2). Иная кинетика усвоения извести при вводе 10% SO₃. Такое количество SO₃ (смесь № 5) приводит к опережающим темпам усвоения извести по сравнению со смесями № 1-4 при температуре 1200°C. При 1250°C усвоение извести интенсивнее только по сравнению со смесью № 1 (1,6 SO₃), а при 1300°C усвоение извести в этой смеси существенно меньше, чем в остальных смесях (табл. 3) и количество свободной извести достигает 4,5%.

Таким образом, ввод фосфогипса в сырьевую смесь способствует образованию алита в клинкере, но интенсификация алитообразования происходит до определенного предела количества SO₃ в смесях. При вводе SO₃ от 1,6 до 4% количество алита максимальное и приблизительно на одном уровне. Увеличение SO₃ в сырьевой смеси с 4 до 6,6% приводит к уменьшению алита в клинкере на 20%, но особенно существенное уменьшение количества алита (на 63%) происходит при вводе в сырьевую смесь 10% SO₃ (табл. 3.)

При КН = 0,9 количество алита в этой смеси при 1300°C всего 16,5 %, т.е. введение свыше шести процентов SO₃ в сырьевую алитосульфалюминатную смесь нежелательно.

Петрографическим анализом было подтверждено, что максимальное количество алита (50-55%) было в смеси № 1. В смеси с содержанием SO₃ равном 10% к 1300°C петрографическим анализом алита не обнаружено.

Иное влияние оказывает увеличение SO₃ в клинкере на образование C₄A₃S̄. Анализ показывает, что увеличение ангидрида в смесях, при равном содержании Al₂O₃ в них, приводит к увеличению C₄A₃S̄, в клинкере содержится всего 2%, при обжиге пятой смеси (максимальное количество ангидрида) количество C₄A₃S̄ (12%) в клинкере максимально.

Следовательно, применение рационального химического анализа позволило не только подтвердить выводы о влиянии количества введенного SO₃ в смесь на конечный минералогический состав клинкеров, но и определить количественно это влияние.

Микроскопические исследования показали, что увеличение количества фосфогипса, введенного в сырьевую смесь, способствует улучшению характеристики микроструктуры клинкера. Кристаллы алита приобретают удлиненную форму, белит представлен в виде мелких округлых зерен, сульфалюминат в виде четырехугольных пластин.

Однако, при значительном содержании ангидрида (6,6% и более) кристаллизация алита опять ухудшается, а при 10%-ном содержании кристаллов алита в клинкере не обнаружено.

Подводя итоги исследованиям из условий оптимального выхода алита и сульфалюмината кальция, следует сделать вывод, что рациональный состав сырьевой смеси алитосульфалюминатного клинкера

Таблица 3

Минералогический состав клинкеров, определенный рациональным химическим анализом

Т-ра обж., °C	Время обжига мин.	Минералогический состав, %					КН
		C ₃ S	C ₂ S	C ₄ A ₃ S̄	C̄S	CaO _{св}	
1200	15	-	60	4	1,5	14,0	0,61
	30	-	51	3	1,6	12,3	0,67
1250	15	23	33	4	1,3	8,4	0,78
	30	27	31	3	1,4	7,0	0,8
1300	15	48	16	2	1,5	1,9	0,9
	30	46	18	2	1,5	1,7	0,89
1200	15	-	59	9	1,8	14,5	0,62
	30	-	59	8	1,8	15,4	0,61
1250	15	28	31	6	2,2	4,2	0,8
	30	35	25	6	2,1	3,7	0,84
1300	15	30	30	6	2,4	2,0	0,81
	30	42	21	4	2,2	0,5	0,87
1200	15	-	5	15	3,6	17,1	0,54
	30	-	57	15	3,5	13,2	0,63
1250	15	26	31	10	4,1	5,6	0,79
	30	33	26	8	3,5	3,9	0,83
1300	15	43	18	8	9,6	1,1	0,88
	30	46	18	6	3,3	0,4	0,89
1200	15	-	52	18	5,3	12,9	0,65
	30	57	48	16	4,8	9,9	0,69
1250	15	29	23	13	5,0	3,0	0,81
	30	34	24	13	4,5	3,3	0,84
1300	15	37	23	12	4,3	1,6	0,85
	30	38	30	10	4,1	0,2	0,85
1200	15	13	42	20	9,4	6,3	0,73
	30	11	44	17	7,4	6,7	0,72
1250	15	20	33	16	7,4	6,2	0,77
	30	22	32	13	8,3	5,3	0,78
1300	15	19	36	13	7,4	4,4	0,75
	30	15	41	12	7,3	4,7	0,74

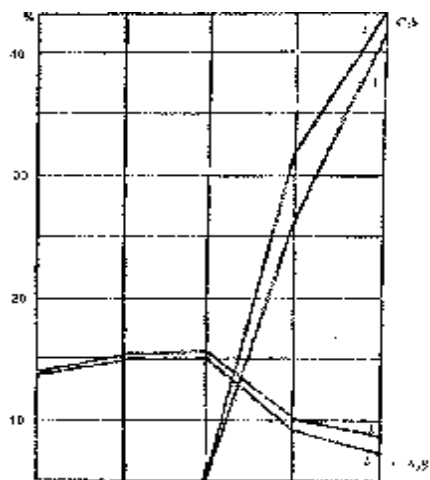


Рис. 2. Изменение количества C₃S и C₄A₃S̄ в клинкере в зависимости от температуры и длительности обжига: 1-15 мин; 2-30 мин.

Таблица 4

Размалываемость клинкеров

Наименование	Время помола, мин.	S см ² /г	Удельный расход электроэнергии, кВт-ч/т
Портландцементный клинкер	Первая камера		
	10	300	5,0
	20	1000	9,0
	30	1500	13,7
	Вторая камера		
	40	1750	17,5
Алитосульфoалюминатный клинкер	40	2650	27,3
	60	3000	36,0
	Первая камера		
	10	900	3,7
	30	1950	14,0
	50	3150	21,5
	Вторая камера		
	40	4000	32,7
	60	4820	37,0
	80	4820	45,0

должен характеризоваться величиной КН клинкера в пределах 0,85-0,96 и величиной сульфoалюминатного модуля в пределах 1,3-3,3 ($\rho_s = \frac{Al_2O_3}{SO_3}$).

Итак, достаточно четко определена температура обжига клинкера и рациональный состав сырьевой смеси.

Для определения изотермической выдержки были проанализированы данные табл. 3. В целом увеличение выдержки с 15 до 30 мин приводит к увеличению количества C_3S и уменьшению C_4A_3S в спеках, причем для алита наибольшие изменения происходят при температуре 1250°C, а для сульфoалюмината кальция при 1300°C (рис. 2).

Так количество алита при 1250°C увеличивается с увеличением времени обжига с 15 до 30 мин на 5-7%, а при 1300° на 2-5%.

Количество C_4A_3S при изменении времени обжига с 15 до 30 мин при 1250° уменьшается на 1-2%, а при 1300°C - на 2-3%. Учитывая то, что количество алита в спеках значительное, можно сделать вывод, что изменение времени обжига не повлияет значительно на количество C_3S в клинкере. Иначе обстоит дело с влиянием времени обжига на содержание C_4A_3S . Количество C_4A_3S в спеках небольшое и уменьшение на 2-3% абсолютных приводит к уменьшению C_4A_3S до 30% относительных.

Ранее проведенные исследования показали, что введение минерализатора в сырьевую смесь позволяет

Таблица 5

Влияние тонкости помола алитосульфoалюминатного цемента на его свойства

Характеристики клинкера	S см ² /г	Показатели в 28 сут. водного твердения		
		Расширение, %	Самонапряжение	Прочность
Содержание алита в клинкере 36 %	2500	0,8	2,0	29
	3300	0,7	3,1	35
	4300	0,2	3,2	42
Содержание алита в клинкере 50 %	2500	1,2	2,3	43
	3500	0,95	3,2	58
	4300	0,5	3,2	3

сблизить интервалы существования C_4A_3S и C_3S и увеличить интервал их совместного существования.

Данные о размалываемости алитосульфoалюминатного и для сравнения портландцементного клинкеров приведены в табл. 4.

Результаты испытаний показывают, что алитосульфoалюминатный клинкер размалывается быстрее в сравнении с портландцементным. Так для достижения одинаковой удельной поверхности (3000 см²/г) для портландцементного клинкера затрачивается 80 мин. и 36 квт-ч/т, а для алитосульфoалюминатного, соответственно, 50 мин. и 21,5 квт-ч/т.

Помольная шихта алитосульфoалюминатного цемента состоит из 90-91% алитосульфoалюминатного клинкера и 6-10% двуводного фосфогипса.

Помол алитосульфoалюминатного клинкера с добавкой фосфогипса и без него производили в лабораторной мельнице до $s=2500, 3500$ и 4500 см²/г (табл. 5).

На основании проведенных исследований и анализов процессов, протекающих при обжиге можно сделать следующие выводы:

1. Оптимальная температура обжига алитосульфoалюминатных сырьевых смесей без применения минерализатора 1300-1350°C, с применением в качестве минерализатора CaF_2 - 1200-1250°C.

2. Интервал спекания этих смесей более короткий, чем портландцемента и составляет 100-150°.

3. С увеличением дисперсности цемента прочность цементного камня повышается, одновременно улучшаются и другие свойства цемента. Эта закономерность характерна как для алитосульфoалюминатного цемента, так и его смеси с 5 масс.% фосфогипса.

4. Снижения энергозатрат при одинаковой удельной поверхности (например 3000 см²/г) составляет 40,3%, а время помола на 37,5%.

Список литературы:

1. Гольдштейн Л. Я., Штейрт. Н. П., использование топливных зол шлаков при производстве цемента. Л. Стройиздат, 1977. 152 с.
2. Гольдштейн Л. Я. Применение золы твердых топлив в качестве сырья при сухом способе производства клинкера. труды НИИЦемент, вып. 50, М. 1978, с. 40-59.
3. Гольдштейн Л. Я. Комплексные способы производства цемента. Л. Стройиздат, 1985, 160 с.
4. Атакузиев Э.Т., Абдуллаев Т.А. Атакузиев Т.А. Сульфoалюминатный-силикатный клинкер и цемент. Ташкент, ТашГТУ, 1005, 171 с.
5. Козлова В.К., Барсуков С.В. Характеристика золотосодержащих сырьевых смесей для производства цемента.//Межд. совещание по химической технологии цемента. Том 3, М. 2000, С.17-20

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНГРЕНСКИХ КАОЛИНОВ ДЛЯ МЯГКОГО ФАЯНСА ХУДОЖЕСТВЕННО- БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Алимжанова Ж.И., зав. кафедрой ТашХТИ, канд. хим. наук; Шамуратова Ш.М., ассистент кафедры ТашХТИ; Алимжанов Ж.Ш., студент ТашХТИ

К важным проблемам совершенствования производства фарфоро-фаянсовых изделий относится изыскание новых высокосортных местных сырьевых материалов как глинистого, так и каменистого характера и разработка на их основе эффективных составов масс с улучшенными физико-техническими свойствами, позволяющими производить импортозамещающую и конкурентоспособную продукцию.

С целью определения оценочных параметров привозной импортной фаянсовой массы был изучен его химико-минералогический состав и расчетным путем определен ориентировочный шихтовый состав.

Проектирование составов опытных импортозамещаемых масс производилось на основе химического состава материала привозного фаянса и химического состава местных сырьевых материалов.

В работе рассмотрены составы из: каолина АКФ-78, каолининовой черной глины, доломита месторождения Сыпки, майского кварцевого песка. Основные характеристики составных материалов приведены в табл. 1.

Массы были изготовлены с использованием новоизученных представителей местного сырья: каолина марки АКФ-78, Ангренской каолининовой черной глины, доломита месторождения Сыпки и Майского кварцевого песка. В состав некоторых масс вводился стеклобой в количестве 4% с целью снижения водопоглощения образцов после обжига.

На основе изучения керамико-технологических и физико-механических свойств ряда опытных масс до и после обжига в качестве оптимальных были выбраны массы трех составов: М-8, М-9 и М-10, у которых все качественные показатели наивысшие и отвечают требованиям технических условий.

В табл. 2 приведена сравнительная характеристика свойств рекомендуемых оптимальных масс со свойствами

импортируемой массы М-Э, взятой в качестве эталонной. По всем технологическим параметрам рекомендуемые составы не уступают привозной массе, а по прочностным характеристикам и белизне они лучше. Свойства оптимальных составов фаянсовых масс на основе местных сырьевых материалов полностью отвечают требованиям технических условий к мягкому известковому фаянсу.

Для изучения фазового состава изучаемых опытных масс были использованы методы термического и рентгенофазового анализа силикатов [1].

На термограмме опытной массы имеется небольшой экзотермический эффект при 435⁰С и глубокая эндотермическая реакция в районе 500-550⁰С, а также небольшой эндоэффект до наступления экзотермического эффекта при 812⁰С (рис. 1).

Первый экзотермический эффект является следствием выгорания органических примесей из массы, а эндоэффект при 500-550⁰С появляется за счет затраты энергии на реакцию дегидратации каолинита,

Таблица 1

Химический состав сырьевых материалов

Наименование сырья	Химический состав, в %							Сумма
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	R ₂ O	RO	П.п.п.	
Каолин АКФ-78	46,80	36,90	0,51	0,36	0,40	0,49	13,9	99,36
Каолининовая черная глина	41,51	23,25	0,60	0,25	1,41	0,73	32,25	100,0
Доломит месторождения Сыпки	1,30	0,0	0,16	0,01	0,01	50,48	47,76	99,7
Майский кварцевый песок	97,2	0,72	0,38	0,22	0,98	0,58	0,30	100,3

Таблица 2

Сравнительная характеристика фаянсовых масс

Свойства	Индексы масс				Требования технических условий
	М-Э	М-8	М-9	М-10	
Водопоглощаемость, %	19,0	22,4	20,8	22,1	19-22
Кажущаяся плотность, г/см ³	1,80	1,75	1,79	1,77	1,80
Механическая прочность при изгибе, МПа	21	25	26	27	5,8-19,6
Белизна, %	72	75	75	75	72-80

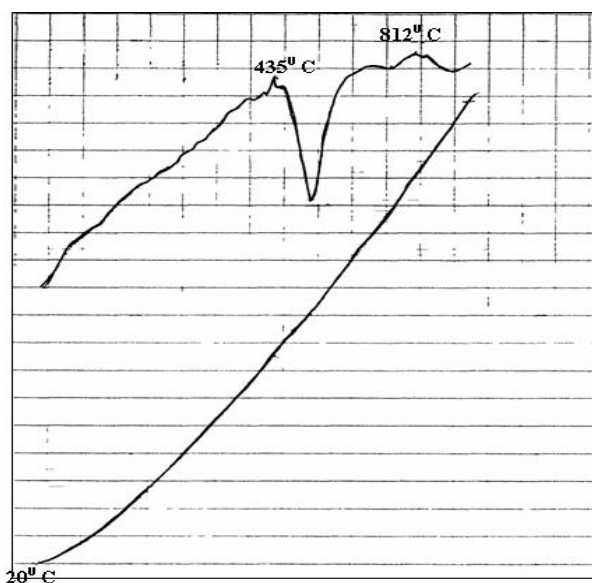


Рис.1. Дифференциальная термограмма опытной оптимальной массы М-9

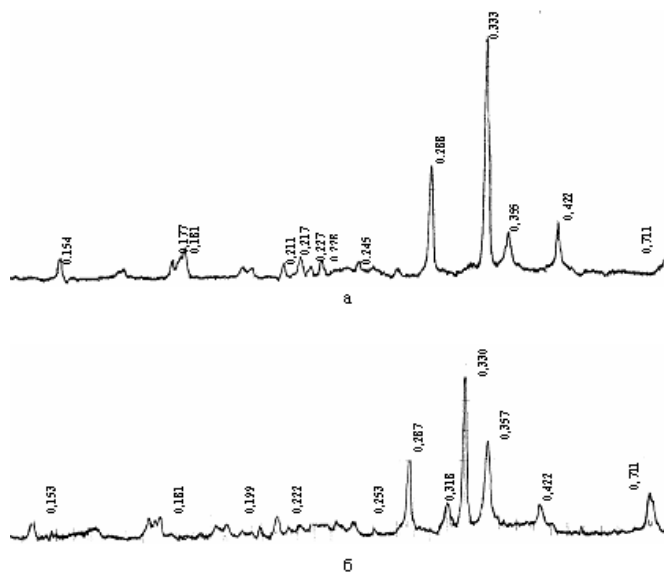


Рис. 2. Рентгенограммы привозной (а) и оптимальной массы М-9 (б) до обжига

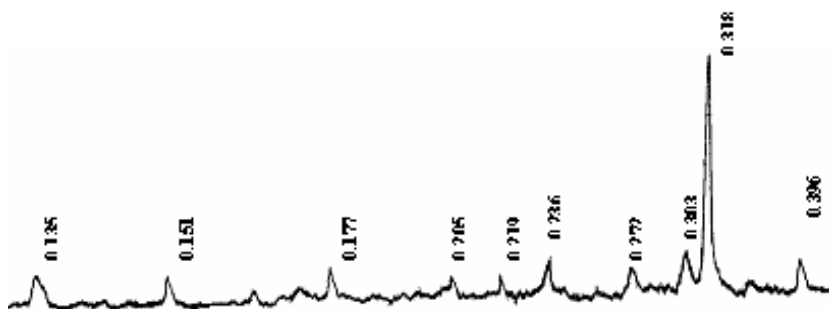


Рис. 3. Рентгенограмма обожженной при 1020 °С оптимальной массы М-9

на освобождение и выделение гидроксильных групп. Вторая экзотермическая реакция при 812°C связана с модификационными превращениями кварца и началом фазовых преобразований.

На рентгенограмме не обожженной привозной массы имеются рефлексы, принадлежащие кварцу, каолиниту и доломиту. Судя по интенсивности дифракционных максимумов содержание кварца в составе масс достаточно большое. Рефлексы каолинита выражены не во всем спектре углов отражения лучей (рис. 2).

Рентгенограмма опытной массы практически идентична с рентгенограммой привозной, они отличаются лишь интенсивностями основных рефлексов. Рефлексы каолинита на рентгенограмме опытной массы выражены более четко и с большей интенсивностью, что свидетельствует о хорошей степени окристаллизованности минерала.

После обжига при 1020-1050°C на рентгенограмме опытной массы М-9 полностью исчезают рефлексы

сы доломита. Рефлексы принадлежащие каолиниту также исчезают, но сохраняется не четко выраженный максимум с d 0,236 нм. На рентгенограмме появляются новые рефлексы, принадлежащие кальциту и кристобалиту. Появляется четко выраженный максимум с d 0,318 нм, характеризующий образование минералов группы полевого шпата, возможно анортита (рис. 3). Согласно наличию рефлексов с d 0,117 и 0,151 нм фаза кварца сохраняется, но в незначительном количестве.

Таким образом, при обжиге опытной фаянсовой массы при 1020-1050°C происходят существенные изменения его фазового состава. В качестве новых фаз образуется кристобалит, кальцит и анортит. Согласно интенсивности основных максимумов главной кристаллической фазой системы является анортит. Кристаллическими слагающими мягкого фаянса, полученного путем обжига оптимальной массы М-9, являются анортит, кристобалит, кальцит и кварц. Образование новых кристаллических фаз при обжиге обеспечивает разработанной массе мягкого фаянса высокие физико-механические свойства и белизну. Мягкий фаянс, полученный на основе местных сырьевых материалов, по всем показателям керамико-технологических и физико-механических свойств не уступает образцам фаянса из привозной массы и полностью отвечает всем требованиям технических условий [1, 2].

Список литературы:

1. Технология фарфорового и фаянсового производства. / И.А.Булавин, А.И.Августинник, А.С.Жуков и др. – М.: Легкая индустрия, 1975. – 448с
2. Захаров А.И., Сурков Г.Н. Основы технологии керамики. Сырьевые материалы для керамики. // Стекло и керамика. 2000, №5, с.8-11.

О ПРОГРАММЕ ВНЕДРЕНИЯ В ОАО «УЗБЕКУГОЛЬ» КОМПЛЕКСНОЙ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Нигматуллин Ш.Н., директор «Алокакумир» ОАО «Узбекуголь»

Целью настоящей программы является внедрение современных, соответствующих мировым тенденциям развития информационно-коммуникационных технологий, создание единого информационного пространства и системы управления предприятиями в угольной отрасли, исполнение Указа Президента Республики Узбекистан от 30 мая 2002 г. № УП-3080 «О дальнейшем развитии компьютеризации и внедрении информационно-коммуникационных технологий», Постановления Кабинета Министров Республики Узбекистан № 200 от 6 июня 2002 г. «О мерах по дальнейшему развитию компьютеризации и внедрению информационно-коммуникационных технологий». Программа предусматривает:

- создание локальных сетей, объединенных в корпоративную сеть ОАО «Узбекуголь»;
- обучение и переподготовку кадров работе на современном компьютерном оборудовании с использованием локальных компьютерных сетей и системы Internet и подготовку специалистов в области информационных технологий;
- организацию собственного Web-сайта;
- создание отраслевой корпоративной сети передачи данных;
- внедрение корпоративной системы электронного документооборота;
- разработку и внедрение системы управления предприятием;
- автоматизацию систем учета электроэнергии;
- автоматизацию маркшейдерских измерений, контроля и наблюдения за деформациями бортов;
- внедрение электронной торговой площадки;
- интеграцию в национальную базу данных.

Решение всех этих задач будет способствовать повышению эффективности производства что, в конечном счете, даст значительный экономический эффект.

Локальные вычислительные сети. Для организации коллективного использования информационных и технических ресурсов программой намечено:

- инвентаризация существующей вычислительной техники с целью определения возможности использования для работы в сети;

- разработка технического задания создаваемой ЛВС для создания проекта;
- формирование проекта предполагаемой сети;
- внедрение локальных вычислительных сетей (ЛВС) на предприятиях.

Подготовка кадров и обучение. Для успешного и оперативного решения производственных вопросов с использованием современного компьютерного оборудования, локальных компьютерных сетей, а также с системой Internet необходимо подготовить квалифицированные кадры и реализовать следующие мероприятия:

- определить список лиц входящих в программу обучения;
- определить перечень учебно-методической литературы;
- разработать программу обучения;
- определить график поэтапного обучения;
- определить перечень требующихся в перспективе профессий (сетевой администратор, администратор баз данных, Web-дизайнер и т.п.) для подготовки и переподготовки кадров.

Для обеспечения безотказной работы оборудования и квалифицированного сопровождения программного обеспечения необходим штат высококлассных специалистов как в области информационно-коммуникационных технологий так и в области информационных баз данных. Следовательно, необходимо организовать обучение и переподготовку кадров, которые в дальнейшем составят ядро технического и административного персонала по сопровождению ВТ и ПО.

Создание собственного Web-сайта. Намечено разработать и утвердить Положение «О порядке подготовки и распространения информационных ресурсов на сети передачи данных и Internet» ОАО «Узбекуголь». Для расширения круга сбыта производимой продукции и услуг создать и разместить в сети Internet действующий Web-сайт ОАО «Узбекуголь». Управлению «Анализа производственно-финансовой деятельности и статистики» определить состав и объем информации, необходимой для отражения на Web-сайте ОАО «Узбекуголь».

Создание отраслевой корпоративной сети передачи данных. Создание отраслевой ведомственной корпоративной сети передачи данных планируется разбить на два этапа:

На первом этапе предполагается построение опорной сети передачи данных с обеспечением необходимых требований по скорости передачи данных и количеству подключений:

- установку коммуникационного оборудования в исполнительном аппарате ОАО «Узбеккумир» г. Ангрен и на узле связи филиала «Алокакумир» г. Ангрен;

- организовать выделенные каналы от Ташкента до Ангрена;

- выделение прямых проводов от узла связи до организаций, подключаемых на первом этапе;

- создание центрального узла коммутации в Ангрене;

- установку коммуникационного оборудования;
- подключение исполнительного аппарата, филиала «Разрез «Ангренский»», «УЖДТ», «УАТ».

По завершению первого этапа получить работоспособную часть сети передачи данных представляющую возможность:

- сбора информации от организаций, для последующей обработки;
- обмена электронными сообщениями;
- организации взаимодействия LAN-to LAN.

Второй этап состоит из следующих мероприятий:

- организации выделенных каналов от г. Ташкента до г. Шаргунь;

- подключения представительства ОАО «Узбекуголь» в г. Ташкенте;

- подключения всех остальных предприятий и организаций ОАО «Узбекуголь» к сети передачи данных;

По завершении второго этапа получить полностью работоспособную сеть передачи данных, объединяющую все предприятия ОАО «Узбекуголь» в отраслевую корпоративную сеть с предоставлением следующих возможностей:

- обмен файлами между пользователями и серверами;
- электронная почта;
- услуги на базе Web-технологий;
- работа в режиме LAN-to LAN;
- доступ к Internet.

Система Электронного Управления Документами. В современных условиях документы, имеющие высокую информационную ценность, создаются ежедневно, изменились требования к формам распространения, к доступности документов, к их защищенности, возникает потребность в коллективной работе с ними.

Сегодняшняя потребность предприятий – это переход на технологии коллективной работы с распределенной архитектурой управления документами, удовлетворяющей следующим требованиям, а именно:

- надежность;

- масштабируемость;
- управление доступом к документам всех типов;

- возможность обеспечения доступа к документам через Web-браузеры, настольные приложения.

Необходимо определить систему документооборота (будет ли приобретаться готовый продукт, или же это будет собственная разработка), способную реализовать следующие возможности:

- автоматизации делопроизводственной деятельности;

- осуществления оперативного контроля над движением документов в процессе их исполнения;

- контроля исполнительской дисциплины сотрудников организации;

- проведения аналитической и статистической обработки данных о документах и их исполнении.

Система автоматизированного делопроизводства и документооборота должна упорядочить технологию работы с документами, сократить организационно-технические затраты, осуществить полный контроль над движением документов и работой персонала с ними, обеспечить защищенность системы и данных, а также соответствовать нормам отечественного делопроизводства.

На каждом предприятии необходимо предусмотреть организацию рабочего места и обучение работника для администрирования системы ЭУД.

Разработать Положение «Об электронном документообороте и электронной цифровой подписи», соответствующее отечественному законодательству.

Система управления предприятием. Для дальнейшего развития и роста эффективности производства, возможности оперативного «влияния» на производственные процессы требуются наличие информационных систем нового поколения. Возникла необходимость построения информационной системы в виде программных модулей, органически связанных между собой, но в то же время способных работать и автономно.

Такая многокомпонентная система обеспечит соблюдение основного принципа построения автоматизированных информационных систем - отсутствие дублирования ввода исходных данных. Информация по операциям, проведенным с применением одного из компонентов системы, может быть использована любым другим его компонентом.

Для разработки и внедрения такой системы необходимо:

- обследовать ОАО «Узбекуголь» на предмет разработки перспективного (на 3-х летний период) и текущего (на 1 год) плана комплексной автоматизации управления отраслью. В результате обследования определить приоритетность задач ав-

томатизации;

- разработать план поэтапной замены существующего программного обеспечения на предприятиях ОАО «Узбекуголь» и способов интеграции с ним на первых этапах реализации плана комплексной автоматизации;

- определить архитектуру построения информационно-коммуникационной сети;

- осуществить выбор профессиональной системы управления базами данных СУБД;

- разработать и утвердить единую систему классификации и кодирования материальных и других ресурсов ОАО «Узбекуголь», производственных и планово-экономических показателей объединения;

- разработать укрупненное техническое задание;

- модернизировать существующее программное обеспечение с учетом утвержденной системы кодирования.

Осуществление всех этапов проекта предусматривает решение следующих задач:

- планирование и управление финансово-хозяйственной деятельностью, формирование ценообразования на все виды продукции;

- финансовый учет, учет расчетов с клиентами и поставщиками, включая все функции бухгалтерии;

- обеспечение внутренних взаиморасчетов между структурными подразделениями и организациями ОАО «Узбекуголь»;

- учет и прогнозирование сбыта конечной продукции;

- планирование и управление материально-техническим снабжением в т.ч. ГСМ и транспорт, включая систему оценки поставщиков и управление запасами;

- структуризация и управление затратами;

- оперативный учет и контроль основных данных о деятельности предприятия;

- планирование и управление производством;

- систему производственно – диспетчерской службы;

- систему управления персоналом (кадровый учет, табельный учет);

- управление качеством продукции, стандартизацией и метрологией;

- мониторинг наблюдений за движением рабочих бортов разрезов;

- создание интегрированной базы данных производственно- финансовой деятельности ОАО «Узбекуголь».

По мере внедрения системы управления предприятием организовать работы по разработке и внедрению автоматизированной системы управления технологическими процессами, предусмотрев:

- автоматизацию системы коммерческого

учета электроэнергии (АСКУЭ);

- автоматизацию контроля и наблюдений за деформациями бортов разреза;

- автоматизацию маркшейдерских измерений и расчетов объемов добычи и вскрышных работ.

Для успешного функционирования системы управления, решающей вышеуказанные задачи Управлению анализа производственно-экономической деятельности и статистики обеспечить информационный обмен в рамках объединения, включающий в себя:

- регистрацию и контроль исходных данных, являющихся основой нормальной хозяйственной деятельности в реальном масштабе времени;

- оперативный доступ к реальной информации, необходимой для принятия решений и реагирования на изменения хозяйственной ситуации;

- обеспечение объективной оценки состояния деятельности предприятия через систему показателей и данных анализа хозяйственной деятельности предприятия;

- обследование и анализ бизнес-планов филиалов.

Торговая площадка B2B. На основе единого информационного пространства следует предусмотреть возможность организации системы B2B (электронной торговой площадки) для сбыта произведенной продукции и материально-технического снабжения.

Система сбыта и снабжения должна предоставлять возможность размещения информации о своих потребностях в материально-технических ресурсах, поиска поставщиков и получения от них коммерческих предложений, организации тендеров и т.д. непосредственно через Internet. Это позволит снизить себестоимость продукции, а также упростить процедуры взаимодействия с поставщиками.

Всю информацию в системе необходимо классифицировать и хранить в соответствии со стандартизованным каталогом, для существенного сокращения времени поиска наиболее подходящего поставщика и времени поиска требуемой позиции товара.

Интеграция в национальную базу данных. Во исполнение постановления Кабинета Министров № 200 от 06.06.2002 г. в части формирования национальных информационных ресурсов, осуществить следующие мероприятия:

- создать Web-сайт с предоставлением информации о финансово-экономическом положении открытых акционерных обществ;

- создать межведомственную базу данных для оперативного обмена информацией;

- создать межведомственную систему электронного документооборота.

ВЛИЯНИЕ АНГРЕНСКИХ КАОЛИНОВЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ

Кадыров Ш.Б., научный сотрудник НИЛ ГУП «Фан ва таракиёт»; Гулямов Г., заведующий НИЛ ГУП «Фан ва таракиёт», канд. техн. наук

На современном этапе развития химии о полимерах большое внимание уделяется разработке наиболее экономичных и эффективных новых композиционных полимерных материалов конструкционного назначения. Полиэтилен высокой плотности (ПЭВП) относится к группе высокотеплостойких конструкционных термопластов. Он представляет собой карбоцепный полимер, макромолекула которого имеет метилные группы. ПЭВП с такой структурой характеризуется большой степенью кристалличности, высокой прочностью, твердостью и теплостойкостью.

Для роста производства и создания экспортоспособной продукции необходимо создание новых полимерных композиционных материалов (ПКМ), получаемых с использованием ингредиентов на основе местных сырьевых ресурсов, для различных отраслей машиностроения [1].

В этих условиях исследование влияния мелкодисперсных минеральных наполнителей на триботехнические свойства термопластичных полимеров-полиэтилена высокой плотности имеет теоретическое и практическое значение и является актуальной при разработке новых ПКМ на основе местного сырья.

Нами в качестве матричного полимера принят полиэтилен высокой плотности (ПЭВП- HDPE) марки I-0754 плотностью 0,954 г/см³ и показателем текучести расплава (ПТР) 6,70 г/10 мин., производимый Шуртанским газохимическим комплексом. Выбор ПЭВП обусловлен тем, что Шуртанский полиэтилен обладает низкой стоимостью и предназначен для производства литьем крупногабаритных изделий и деталей.

В качестве контртела был взят хлопок-сырец разновидности Ташкент-1, первого сорта, машинного сбора, кондиционной влажности и засоренности 3,6%.

В качестве минеральных наполнителей использованы каолин Ангренского месторождения и мел (ГОСТ 17498-72), CaCO₃ с химическим составом - CaCO₃ -98,2; MgCO₃-1,2; SiO₂-0,25; Al₂O₃-0,12 и Fe₂O₃-0,06%. Выбор этих наполнителей обусловлен их доступностью и значительной дешевизной по сравнению с другими наполнителями.

За основные триботехнические показатели были приняты: коэффициент трения, интенсивность изнашивания, температура в зоне трения и величина заряда статического электричества композиций при взаимодействии с хлопком-сырцом. Коэффициент

трения, интенсивность изнашивания, температуру и величину заряда статического электричества в зоне трения композиций и хлопка-сырца определяли на дисковом трибометре в соответствии с ГОСТ 23.223-97. Интенсивность изнашивания композиций при трении с хлопком-сырцом измеряли профилометрированием поверхности образца с помощью профилографа – профилометра модели 201. Температуру в зоне трения композиций и хлопка-сырца определяли при помощи потенциометра типа ПП-63. Образующиеся заряды в зоне трения снимали при помощи электродов. Величину заряда статического электричества определяли, измеряя величину потенциала при помощи вольтметра С-50 по методике, описанной в работах [2]. Съем зарядов производился с помощью датчика.

Наполнители - каолин и мел вводили в рецептуру композита от 5 до 50 мас. ч. на 100 мас. ч. полиэтилена высокой плотности.

Полиэтиленовое связующее, а также минеральные наполнители предварительно подвергались механоактивации, для чего каждое вещество в отдельности загружали в мельницу и в течение 60-90 мин. подвергали измельчению, разрушая материал ударом, сжатием и истиранием. Затем композицию, содержащую полиэтилен и минеральные наполнители – каолин, мел готовили известными способами [3], например, сухим смешением всех компонентов. Для получения композиции в смеситель загружали дозированные в определенном соотношении компоненты смеси и перемешивали в течение 30-50 мин. Полученную таким образом смесь композиции загружали в бункер литьевой машины, откуда она поступала в литьевой цилиндр, нагретый до 493-533 К. Опытные образцы для испытаний отливали путем литья под давлением композиций на основе ПЭВП при давлении 85-90 МПа и температуре 493°K.

Рецептуры и результаты исследования триботехнических свойств композитов на основе ПЭВП, содержащих мелкодисперсные минеральные наполнители, представлены в табл.

Анализ полученных экспериментальных данных триботехнических свойств композиций на основе ПЭВП (табл.) показал, что с увеличением содержания каолина коэффициент трения композиции с ПЭВП матрицей с хлопком-сырцом растет, а в остальных случаях он всегда ниже исходного. При введении мела в состав полимерной композиции наблюдается снижение коэффициента трения, а дальней-

шее увеличение содержания наполнителя приводит к повышению коэффициента трения.

Снижение коэффициента трения композиционных материалов с ПЭВП матрицей, наполненных каолином связано с их пластинчатой структурой и мелкодисперсностью. Рост коэффициента трения композиционных материалов с хлопком-сырцом при больших содержаниях наполнителя связан с увеличением шероховатости их поверхности за счет агрегатизации наполнителя и снижением физико-механических свойств материала за счет недосмачивания полимерной матрицей частиц наполнителя.

Анализ результатов исследования влияния наполнителей на изменение интенсивности изнашивания композиций с полиолефиновой матрицей при трении с хлопком-сырцом показывает, что с увеличением содержания талька и каолина до 10-20 мас.ч. интенсивность изнашивания почти не изменяется, несмотря на некоторое увеличение коэффициента трения. Кроме того, с увлечением содержания каолина интенсивность изнашивания композиций с полиолефиновой матрицей сначала снижается, затем, пройдя через минимум, увеличивается. Причем, положение минимума и его величина в зависимости от содержания наполнителей различны. В результате проведенных исследований установлены наполнители, при увеличении содержания которых снижаются коэффициент трения и интенсивность изнашивания композиций при трении с хлопком-сырцом.

Выявлено, что для минимального коэффициента трения композиций оптимальны следующие содержания наполнителя: каолина 10-30, мела 10-40 мас. ч. Для минимального значения интенсивности изнашивания композиций с полиолефиновой матрицей при трении с хлопком-сырцом оптимальным содержанием наполнителя является 5-25 мас. ч. каолина и мела.

Изучение коэффициента трения и интенсивности изнашивания композиций при трении с хлопком-сырцом не дает возможность объяснения процесса взаимодействия в системе полимер-хлопок без результатов исследования температуры и заряда статического электричества в зоне трения, которые могут привести к нежелательным явлениям, таким как

Таблица

Рецептуры и триботехнические свойства композитов на основе ПЭВП, наполненных минеральными наполнителями

Наполнитель	Содержание наполнителя на 100 мас.ч ПЭВП	Коэффициент трения, μ	Интенсивность изнашивания, $I \cdot 10^{10}$	Температура в зоне трения, °К	Величина заряда статического электричества, $Q \cdot 10^{-7}$, Кл
Каолин	5	0,295	5,80	320	24,0
	10	0,290	6,05	319,7	26,0
	15	0,285	6,08	319,5	28,0
	20	0,280	6,32	319,5	29,0
	25	0,300	6,40	319,3	30,5
	30	0,310	6,50	320	31,5
	40	0,320	7,00	320,5	32,0
Мел	50	0,330	7,20	321	32,5
	5	0,290	6,10	321,7	23,0
	10	0,285	6,40	322	24,0
	15	0,280	6,60	322,5	25,0
	20	0,278	6,95	323	25,4
	25	0,280	7,20	324,5	26,0
	30	0,285	7,65	324,5	26,5
	40	0,290	8,25	326	27,0
	50	0,300	9,10	329,5	27,5

* Удельное давление $P=0,02$ МПа, скорость скольжения $V=1,5$ м/с, влажность хлопка-сырца $W=8,0$ %, засоренность хлопка-сырца $Z=3,6$ %

снижение производительности машин и механизмов, возникновению пожара и т.д.

В связи с этим проведены исследования по изучению возникновения температуры и заряда статического электричества в зоне трения, коэффициента трения и интенсивности изнашивания композиций при трении с хлопком-сырцом.

Как видно из табл., в композиции с ПЭВП матрицей при трении с хлопком-сырцом с введением наполнителей мела и каолина наблюдается увеличение температуры в зоне трения композиций с ПЭВП матрицей и хлопка-сырца.

Кроме этого видно, что в процессе трения композиций с полиэтиленовой матрицей и хлопка-сырца возникают и накапливаются электрические заряды. В результате этого, очевидно, увеличиваются напряженность и электрические силы в двойном электрическом слое, что, возможно, приводит к увеличению суммарной силы трения.

Таким образом, проведенные исследования влияния мелкодисперсных минеральных наполнителей на триботехнические свойства композиций показали, что разработанные композиты на основе мелкодисперсных минеральных наполнителей в сочетании с полиэтиленовыми полимерными матрицами могут быть использованы в технологии получения антифрикционных композиционных материалов и деталей из них для всех средств механизации хлопкоочистительного комплекса.

Список литературы:

1. Исаходжаев Б.А., Ходжаев Н.Т. Минерально-сырьевая база Республики Узбекистан для получения композиционных материалов // Композиционные материалы, 2002. - № 3. - С. 58-60.
2. Негматов С.С. Основы процессов контактного взаимодействия композиционных полимерных материалов с волокнистой массой. - Ташкент: Фан, 1980. - 296 с.
3. Негматов С.С., Гулямов Г. Механоактивация наполненных полимерных композиций // Сб. науч. тр. «Композиционные материалы и их применение». - Ташкент: Фан ва тараккиёт, 1998. - С. 7-10.

ОБОСНОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ КОНДИЦИЙ ДЛЯ КРУПНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ ЦВЕТНОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рахимов В.Р., зав. кафедрой «Горное дело» ТашГТУ, академик АН РУз, докт. техн. наук, профессор; **Чунихин С.Г.**, старший научный сотрудник ТашГТУ, канд. геол.-мин. наук

Кондиции на полезные ископаемые и минеральное сырье – это совокупность требований к их качественно-количественной характеристике в недрах и техногенных месторождениях, а также требований к горно-геологическим и иным условиям их добычи и переработки, соблюдение которых позволяет оконтурить и подсчитать запасы месторождений, а также проектировать, планировать и регулировать их добычу и рациональное использование с разделением запасов при необходимости на балансовые и забалансовые [1-5].

В настоящее время кондиции для крупных комплексных цветнорудных месторождений определяются на основе статического подхода. Суть его заключается в использовании при оценке эффективности разработки месторождений, показателей производства (применяемой технологии добычи и переработки руд, производительности оборудования, коэффициентов извлечения полезных компонентов по технологическим переделам, а также цен на готовую продукцию, оборудование, материалы и других показателей) на уровне достигнутых и действующих на момент разработки кондиций.

Данный подход приемлем и оправдан при оценке мелких месторождений, срок отработки которых составляет несколько лет.

Для крупных месторождений, срок отработки которых составляет многие десятки лет и, особенно, для гигантских и уникальных месторождений со сроком отработки в несколько столетий принципиальный статический подход явно неприемлем, так как он ведет к серьезным просчетам в проектировании и планировании производства, к значительному увеличению общих и удельных капитальных и эксплуатационных затрат: к существенному сдерживанию темпов и масштабов развития производства, к недополучению за счет этого хозяйством страны значительного количества продукции и прибыли.

Недоучет динамики горного производства, во времени и пространстве ведет, как правило, к недооценке промышленной значимости всего месторождения, к учету и освоению в первую очередь наиболее богатых участков или частей месторождения, зачастую в ущерб экономичности освоения

остальных участков. Статический подход к оценке участка Кальмакыр месторождения Алмалык послужил основанием для экспертного заключения геолога Гудалина (1929 г.) о том, что Кальмакыр не является промышленно значимым месторождением. На сегодня участок Кальмакыр уже более 50-ти лет в гигантском масштабе, высокоэкономично разрабатывается Кальмакырским рудником АГМК. В этом свете вышеуказанное заключение Гудалина следует рассматривать как явно ошибочное. Аналогичным образом в последующие годы неоднократно отрицательную промышленную оценку различные геологи давали участкам Акчеку, Джаныбек, Центральный, С.З. Балыкты и др. Сегодня участки Акчеку и Джаныбек включены уже в проектный контур Кальмакырского карьера и разрабатываются последним. Запасы участков Центральный и С.З. Балыкты подсчитаны и утверждены ГКЗ. К негативным последствиям статического подхода к оценке участка Центральный следует отнести отвод его площади под отвалы Кальмакырского карьера в начале 50-х годов и дальнейшее строительство на его территории капитальных сооружений: железнодорожных станций Кальмакыр и Породная, а также ж/д трассы Кальмакыр-МОФ, которые сегодня сдерживают промышленное освоение участка Центральный.

Вышеприведенные примеры убедительно показывают несостоятельность статического подхода к оценке крупных цветнорудных комплексных месторождений.

Избежать указанных нежелательных последствий статической оценки минерально-сырьевой базы или значительно снизить их отрицательное влияние на развитие горно-перерабатывающих предприятий возможно, если перейти от статического к динамическому принципу обоснования промышленных кондиций на полезные ископаемые.

Под динамическим принципом подразумевается обоснование кондиций, изменяющихся во времени и пространстве в соответствии с изменением количественной и качественной характеристики запасов, горно-геологических условий разработки, технико-экономических показателей добычи и переработки минерального сырья, потребности в ми-

неральном сырье и других условий и обстоятельств.

Динамический принцип обоснования кондиций позволяет учесть влияние научно-технического прогресса, изменение условий разработки в пространстве и времени, изменение потребности и цен на продукцию, а также влияние других факторов времени на эффективность отработки месторождений или их частей. В частности, он позволяет учитывать изменение во времени границ и интенсивности разработки, повышение комплексности использования сырья и снижение себестоимости производства под воздействием научно-технического прогресса. Наряду с этим, динамический принцип позволяет также учитывать и удорожающие факторы: увеличение глубины разработки и расстояния транспортировки пород в отвалы.

Динамический принцип обоснования кондиций, реализуется посредством разработки дифференцированных значений кондиций для отдельных участков, рудных тел и их блоков, с учетом прогнозных условий и сроков их отработки.

При этом, необходимо разрабатывать кондиции на весь срок отработки запасов месторождения (включая и прогнозные). Естественно, что в дальнейшем прогнозные показатели, заложенные при первоначальном обосновании кондиций, будут уточняться и это, в свою очередь, приведет к уточнению кондиций. Основная цель первоначального обоснования динамических кондиций - предотвращение крупных стратегических ошибок, как например, строительство поселков и городов на месторождении, размещение на его территории промышленных зданий и сооружений, транспортных и энергетических коммуникаций, отвалов пород, хвостохранилищ и т.п.

Несмотря на то, что динамический принцип базируется на прогнозных показателях, он обеспечивает большую точность подсчета и эффективность отработки запасов, чем статический принцип, т.к. прогнозные показатели, учитывающие предстоящие изменения условий разработки, как правило, ближе по своему значению к фактическим показателям в процессе эксплуатации, чем показатели принимаемые при обосновании кондиции статическим методом.

Это особенно важно для крупных месторождений, за период разработки которых неоднократно меняются технология разработки, уровень механизации и технико-экономические показатели работы горно-перерабатывающих предприятий. Изменение вышеперечисленных факторов приводит к изменению понятия «полезное ископаемое». Так, к примеру, в процессе отработки Никитовского ртутного месторождения закладочный материал подземных выработок на первом этапе отработки

месторождения стал кондиционной рудой в последующие этапы разработки [1].

При разработке меднопорфирового месторождения Алмалык оруденелые породы, не считавшиеся в начальный период рудой и вывозимые в породный отвал, через 20 лет после начала отработки были переведены в разряд балансовых руд.

Помимо статичности к негативным сторонам статического принципиального подхода следует отнести также недостаточность учета особенностей комплексности и системности объекта исследований.

Тем самым ликвидация или значительное уменьшение негативных последствий принципиального статического подхода к оценке месторождений и обоснования кондиций, могут быть достигнуты на основе его замены на комплексно-системно-динамический подход.

Комплексный подход к обоснованию кондиций подразумевает детальный учет ценности всех полезных компонентов руд, а также дополнительный учет ценности вмещающих (вскрышных) пород. Кроме того, он предполагает учет капитальных затрат не только на основное производство, но и на инфраструктуру; совершенствование технологии извлечения основного и попутных полезных компонентов и многое другое.

Системный подход к анализу исследуемых объектов и их элементов, - учет специфических индивидуальных геолого-экономико-горно-географических особенностей каждого из исследуемых месторождений и особенностей развития эксплуатирующих их горно-перерабатывающих предприятий, представляющих собой довольно сложную внутреннюю систему, в тесной взаимосвязи с «внешней» системой - с характеристикой и особенностями развития минерально-сырьевой базы и хозяйства страны в целом.

Системный подход к обоснованию кондиций необходим для правильного сочетания при оценке месторождений интересов горно-перерабатывающих предприятий, отраслевых, межотраслевых, территориальных и государственных интересов.

При системном подходе каждая проба, каждый выбраковываемый или вовлекаемый в отработку объем должны рассматриваться как элемент сложной системы: участка, месторождения или рудного поля.

Состав кондиций

К основным промышленным кондициям для подсчета запасов в соответствии с инструкцией ГКЗ отнесены:

- а) минимальное промышленное содержание условного компонента в рудном теле или в его части (блоке);
- б) бортовое содержание условного компонента в пробе по выработке;

в) минимальная промышленная мощность рудного тела;

г) максимальная мощность прослоев пустых пород или некондиционных руд, включаемых в рудное тело;

д) переводные коэффициенты попутных компонентов в условный основной компонент.

Согласно опубликованным В.В. Ржевским данным, а в последствии и другими исследователями, предложено помимо кондиций для подсчета запасов выделять также проектные и эксплуатационные кондиции. С нашей точки зрения обоснование кондиций для подсчета запасов необходимо производить в тесной увязке с проектными и, особенно, с эксплуатационными кондициями.

Обоснование минимального промышленного содержания основного компонента в рудном теле или подсчетном блоке

В настоящее время при статическом определении промышленных кондиций минимальное промышленное содержание полезного компонента $C_{\min}$ определяется как единое для всех рудных тел месторождения и их блоков на весь срок отработки месторождения. Определение $C_{\min}$ при этом производится по известной формуле:

$$C_{\min} = \frac{3}{C * I} * 100\% \quad (1)$$

где: 3, C , I – соответственно, затраты на добычу и переработку полезного ископаемого, цена на готовую продукцию на 1 т и сквозной коэффициент извлечения полезного компонента из руды в готовую продукцию.

Расчет минимального промышленного содержания изменяющегося во времени ($C_{\min}$) для каждого определенного момента времени в процентах можно производить по формуле[1]:

$$C_{\min} = \frac{3(t)}{C(t) * I(t)} * 100\% \quad (2)$$

где: $3(t)$, $C(t)$ и $I(t)$ – соответственно, суммарные затраты на разведку, добычу, транспортировку, извлечение полезного компонента в готовую продукцию и внепроизводственные расходы, цена за готовую продукцию и сквозное извлечение полезного компонента на каждый конкретный момент отработки тела (блока) полезного ископаемого.

Обоснование бортового содержания

Бортовое содержание полезного компонента в краевой пробе в руде или суммы полезных компонентов, приведенных с помощью коэффициентов приведения в условный основной (главный) компонент – это такое содержание, которое позволяет безубыточно для предприятия, а в случае дефицита полезных компонентов, безубыточно для государства, добывать и перерабатывать данную руду с извлечением полезных компонентов в готовую продукцию. Любое другое более низкое, чем бортовое содержание условного компонента в пробе предполагает исключение данной пробы и соответствующую

ее объема горной массы из контура рудного тела.

При этом, должно соблюдаться условие, что бортовое содержание обеспечивает среднее содержание по блоку (рудному телу или месторождению) не ниже минимального промышленного.

Бортовое содержание по оптимальному варианту должно обеспечивать максимальную экономическую эффективность отработки запасов всего месторождения, которая достигается при оптимальном соотношении количества отрабатываемых запасов и их качества (в первую очередь содержания полезных компонентов). При этом, естественно, в процессе добычи и переработки руды предполагается применение передовой технологии и техники.

Обоснование минимальной промышленной мощности рудного тела

Минимальная промышленная выемочная мощность рудного тела – это мощность, обеспечивающая безубыточную (с нулевой рентабельностью) его отработку при оптимальных значениях прочих кондиций (минимального промышленного содержания, бортового содержания и др.), производственной мощности предприятия, технологии, цен на продукцию и других важных аспектов развития горно-перерабатывающего производства.

Обоснование максимальной мощности прослоев.

Определение максимальной мощности прослоев пород и некондиционных руд, включаемых в рудное тело, в общем случае, должно базироваться на принципе равенства дополнительного ущерба предприятия от разубоживания, возникающего при включении прослоя в рудное тело, ущерба от дополнительных потерь руды, а также от увеличения коэффициента селективности её добычи, при исключении прослоя из контура рудного тела.

Максимальная мощность прослоя выделяемого на карьере по технологическим и организационным критериям зависит от многих причин: от расстояния между буровзрывными скважинами, от количества рядов одновременно взрывающихся скважин, от характера взрывания и формы развала, от высоты уступа и параметров погрузочного и транспортного оборудования, от элементов залегания рудных тел и прослоев и четкости их контактов, а также от других причин.

Тем самым, в анализируемой ситуации задача определения кондиций для подсчета запасов смыкается с задачей определения эксплуатационных кондиций.

Результаты перехода от статического принципа обоснования кондиций к комплексно-системно-динамическому подходу к их обоснованию могут быть весьма значительны.

Так к примеру, согласно проработкам Гипроцветмета (1970 г.) на основании статического подхода отработка Кальмакыра должна была завершиться

в 1997 г. (вариант 1) или в 2005 г. (вариант 2).

Согласно же проработок Средазнипроцветмета (1970 г.), на основе комплексно-системно-динамического подхода, срок отработки запасов Кальмакыра, при той же производительности рудника, увеличился более чем в 2 раза. И практика подтвердила правильность проработок Средазнипроцветмета. Сегодня идет уже 2008 г., а рудник

Кальмакыр все еще работает и обеспеченность его балансовыми запасами в проектном контуре Кальмакырского карьера превышает 40 лет. Согласно проработкам ТашГТУ 1981 и 2007 гг., при достигнутой рудником производительности по руде и горной массе с учетом планового их увеличения в предстоящем периоде обеспеченность Кальмакыра балансовыми запасами превышает 100 лет.

Список литературы:

1. Арсеньев А.И. и др. «Открытая разработка руд, потерянных при подземной добыче». «Наука».
2. Бадалов С.Т., Турсебеков А.Х., Чунихин С.Г. и др. «О возможности и целесообразности использования свинца и цинка при разработке меднопорфировых руд Алмалыка». Узб. Геол. журнал №5, 1975
3. Гатов Т.А. «Об определении кондиций на руды месторождений цветных металлов». Материалы совещания в институте «Гиредмет» ОНИ «Гиредмет», 1962.
4. Туляганов Х.Т., Бадалов С.Т., Чунихин С.Г. и др. «Меднопорфировые месторождения Алмалыка», Ташкент, «ФАН», 1974.
5. Рахимов В.Р., Чунихин С.Г., Филиппов С.А., «Кондиции как фактор формирования качества руды на карьерах». Сб-к научных трудов ТашПИ.

УДК 550: 622.0

© Федянин С.Н. 2008 г.

О ПРИУРОЧЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ К ЛАНДШАФТНЫМ СТРУКТУРАМ МЕЛ-ПАЛЕОГЕНА

Федянин С.Н., зам. главного геофизика НГМК, канд. техн. наук

В период с 50-х по 70-е гг. XX века в отложениях мела и палеогена в обрамлении гор Тянь-Шаня на территории республик Центральной Азии была выявлена серия разномасштабных месторождений урана, в том числе и уникальных, которые по условиям рудообразования относятся к осадочно-инфильтрационному типу. Ряд месторождений расположен на территории Западного Узбекистана в пределах Центральных Кызылкумов, вследствие чего эта территория стала называться Центрально-Кызылкумской ураново-рудной провинцией. Она простирается с северо-запада на юго-восток от северо-западных предгорий Букантау до северо-западных предгорий Каратепе. В её пределах выявлено 25 месторождений урана песчаникового типа, в том числе 11 крупных и уникальных. Большая часть из них передана на баланс Навоийского горно-металлургического комбината и обрабатывается скважинным способом подземного выщелачивания.

В истории развития отложений мел-палеогенового возраста на территории Западного Узбекистана можно выделить четыре важных этапа, связанных с трансгрессией морского бассейна в раннем альбе, раннем туроне, кампан-маастрихте и позднем палеоцен-эоцене, и с его регрессией в сеномане, позднем турон-коньяк-сантоне и раннем дат-палеоцене.

Этим событиям, определившим формирование ландшафтов в теории уранового рудогенеза, должного внимания не уделяется, а все сводится к связи рудообразования с эпигенетическими процессами пластового окисления, произошедшими намного позже - в постпалеогеновую (миоценовую) стадию развития Тянь-Шаньского орогена. Однако в теоретическом обосновании причин и механизма образования гидрогенных месторождений урана как зарубежные, так и отечественные ученые едины в том, что для накопления рудных аккумуляций благоприятны только те ландшафтные структуры и фации, которые изначально или на последующих стадиях их метаморфизма (седиментогенеза) были обогащены восстановителями урана (растительным детритом, углеводородными и сероводородными флюидами). Если формирование фациальных обстановок, благоприятных для локализации месторождений урана гидрогенного типа, рассматривать в такой ретроспективе применительно к Центрально-Кызылкумской ураново-рудной провинции, то следует отметить следующее: в морские этапы формирования осадочных комплексов, особенно в палеогеновый период, который характеризовался региональной трансгрессией моря с затоплением всей территории, включая бассейн Сырдарьинской депрессии, все же существовали и отдельные подня-

тия на месте Центрально-Кызылкумского свода. Они образовывали островные дуги, вдоль которых в морских условиях (в волноприбойной зоне мелко-водного шельфа) и на которых в континентальных условиях (вдоль русел малых рек) происходило образование осадков, благоприятных для накопления урана.

Исходя из этого, т.е. с учетом палеоклиматических и литолого-фациальных условий образования ландшафтов мела и палеогена, их можно разделить на три принципиально различные группы.

Первая группа – терригенные осадки, образовавшиеся в предгорной местности в результате химического выветривания и механического сноса разрушенной горной массы, почв и растительности (стволов деревьев, кустарников и трав) селевыми потоками и паводковыми водами по руслам горных рек, которыми в аллювиальных осадках пойменных террас в бортах межгорных и предгорных русел и в естественных запрудах (барах) сформировались так называемые **мусорные фации**. Эти террасы многоярусные, кулисообразные (мощные и узкие). Именно на них, особенно в излучинах речных меандр, происходило накопление мусора, состоящего из растительности, эродированной и перенесенной паводковыми водами. Породная масса представлена грубозернистой фракцией, образовавшейся в результате отмыва из привнесенного материала легкой мелкой и тонкой фракции. При этом, она оказывалась обогащенной не только растительным детритом и битумом, но и тяжелой фракцией карбонатных и сульфидных минералов железа. Такая среда благоприятна для последующего осаждения (сорбции) урана из природных водных растворов.

Примером образования урановых руд в ландшафтах предгорий и малых рек могут служить рудные залежи в мусорных фациях ряда месторождений в обрамлении Зиатдин-Зирабулакских гор (Кетменчи, Сабырсай) и в Северных предгорьях Букантау (Бахалы).

Вторая группа – терригенные осадки, образовавшиеся в платформенных условиях. Среди них наиболее благоприятны для накопления урана аллювиальные отложения речных палеодолин.

Следует отметить, что для рек меридионального простирания характерен постоянный дрейф их русел на запад, что обусловлено направлением вращения Земли вокруг собственной оси. Поэтому, восточный берег рек преимущественно пологий и благоприятный для площадного накопления мало-мощного аллювия, представленного песчаными мелкоземами, обогащенными растительной органикой (зона активного биоценоза). Западный берег постоянно подрезается водным потоком, поэтому вдоль него образуются заторы (бары), вследствие чего собственно водное русло имеет извилистую (синусоидальную) форму и циклично, в сезоны паводков, мигрирует в пределах ложа палеорука,

постепенно расширяя его. Фации надпойменных террас за счет обогащенности растительной органикой обладают восстановительными свойствами, т.е. являются средой благоприятной для осаждения (сорбции) урана из природных растворов поверхностных, грунтовых, пластовых вод и его перераспределения на стадиях сингенеза, диагенеза, катагенеза и эпигенеза, т.е. по мере захоронения осадков перекрывающими их наносами последующих стадий осадконакопления.

В стрежневой зоне русел на отдельных участках, особенно за островными дугами, или на выходе из горных сужений (стремнин) в долины, или в местах слияния русел малых горных рек с основным руслом, в результате изменения гидродинамики водных потоков происходит сброс грубой песчаной и мелко-тонкой фракции тяжелых минералов, в том числе и рудных с образованием протяженных мало-мощных прослоев (россыпей). Они, обладая электронной проводимостью, образуют внешнюю (электронную) цепь природных гальванических элементов, играющих важную роль в эпигенетическом перераспределении урана по принципу электролиза с образованием месторождений наложенного типа.

Примером образования урановых руд в аллювиальных отложениях палеорусел могут служить рудные залежи, приуроченные к терригенным платформенным осадкам мелового возраста в серии месторождений, выявленных в пределах от западных и южных предгорий Букантау до западных предгорий Зиатдин-Зирабулакских гор (Мейлысай, часть залежей Учкудука, Кендыктюбе, Северного и Южного Букиная, Северного и Южного Канимеха, Аланды, Тохумбета, Северного Майзака и др.)

Третья группа – морские осадки, образовавшиеся в заливах, лагунах и в шельфовых зонах мелководного моря, где средой активного биоценоза является волноприбойная зона (зона перебива) и течениевая зона подводных русел рек, впадавших в море. Здесь процессы перебива породной массы привели к дифференциации песчаной и глинисто-илистой фракций с отложением последней в донных впадинах и накоплением грубозернистой фракции и мелко-тонкой фракции тяжелых минералов в зоне морского прибоя и течениевой зоне. Такие фациальные условия, после регрессии моря и захоронения морских осадков терригенными, также благоприятны для образования месторождений урана наложенного типа. Примером формирования урановых руд в морских осадках палеогена могут служить месторождения, выявленные в льяляканском горизонте (Актау, Лявлякан и Бешкак), а мелового возраста – часть залежей Учкудука в отложениях турана.

Очевидно, минерализация и состав пластовых вод продуктивных горизонтов этих трех групп осадков, рассмотренных выше, принципиально раз-

личаются. В первой группе осадков воды пресные, во второй – минерализованные карбонатные, в третьей – минерализованные с повышенным содержанием хлора и SO_4 . С учетом этого для извлечения урана из руд способом подземного выщелачивания в НГМК применяются технологические растворы с разным содержанием и составом активных реагентов.

Например, способ сернокислотного выщелачивания используется при обработке бескарбонатных руд, CO_2 в рудах до 1,5%. Миниреагентная и бикарбонатно-кислотная схема – при содержании карбонатов в рудовмещающих отложениях более 1,5–2,0%.

На настоящий момент для Центральных Кызылкумов имеются погоризонтные фациально-палеогеографические карты, составленные в основном силами специалистов бывшего ГП «Кизилтепагеология» по заданию «Атласа» [1]. Эти карты и пояснительные записки к ним весьма информативны. Они могут быть приняты за основу для технологической классификации руд отрабатываемых и разведанных месторождений урана, а также для выделения площадей и участков, перспективных на обнаружение новых месторождений, с учетом построений ландшафтно-геохимических зон (структур) с позиций динамического стадийного принципа картирования фаций.

В частности, палеорусел, перспективных для образования месторождений урана песчаникового типа первой и второй группы, из числа рассмотренных выше.

Согласно «Атласу» на территории Центральных Кызылкумов в отложениях мела установлено три гидросистемы, определивших формирование ландшафтов терригенного комплекса.

Первая – это палеодолина реки Сарысу, которая возникла в раннем альбе и просуществовала до коньяк-сантона включительно. Ширина ее палеорула составляет десятки километров, местами превышает 100 км. Она выявлена в северных предгорьях Букантау, где пролегает субширотно. Затем, западнее Букантау палеоруло разворачивается в Мынбулакскую котловину. Здесь к нему в отложениях альба приурочено рудопоявление Оразалы. Контрастность геохимического барьера обеспечивается высоким (0,5%) содержанием органического вещества (растительные остатки). Помимо урана в рудах отмечаются молибден, иттрий, селен и скандий.

Далее палеоруло распадается на серию рукавов, прослеженных в юго-западном и субмеридианальном направлении. В одном из них в отложениях сабырсайского (айтымского и тайкаршинского) горизонта (верхний турон) выявлено месторождение Мейлысай. С учетом этого следует вывод, что перспективы западных предгорий Букантау изучены недостаточно. Севернее и южнее Мейлысай воз-

можно выявление месторождений урана в сходных с ним условиях.

Вторая гидросистема – палеоруло регионального значения, которое соответствует древней реке Нурадарья. Также как и Сарысу она берёт свое начало в Казахском нагорье. Это главная водная артерия Центральных Кызылкумов мелового периода, которая сформировалась позднее Сарысу, в позднем туроне, и просуществовала до коньяк-сантона включительно. Её влияние прослеживается в ландшафтах и структурах последующих этапов формирования осадков в кампан-маастрихте и палеогене. Палеоруло Нурадарьи простирается субмеридианально через всю территорию Сырдарьинской депрессии, пересекает Центральнo-Кызылкумский свод на два горных массива, распадается на серию рукавов в Каракатинской впадине и продолжается уже как подводно-дельтовая песчаная теченивая зона в субширотном направлении вдоль южных предгорий Кульжуктау.

При совместном анализе погоризонтных литолого-геохимических карт (карт рудоносности) и литолого-палеогеографических карт «Атласа» мелового периода явно просматривается закономерная приуроченность всей серии урановых месторождений, выявленных в терригенных образованиях мела в пределах Каракатинской впадины и юго-восточнее её, к аллювиальным отложениям пойменных террас восточного берега восточного рукава палеорула Нурадарьи.

Уместно отметить, что с палеорулом Нурадарьи в Сырдарьинской депрессии коррелируются крупные месторождения урана Карамурун, Харасан, Ирколь, а южнее Балхаше-Токтыныктауской площади – рудопоявление Баймин. Этот факт позволяет надеяться на перспективность как отдельных участков меловых отложения аллювия вдоль всего палеорула Нурадарьи, так и в пределах течениевых зон, образовавшихся по этой структуре в отложениях палеогена.

Аллювиальные террасы вдоль обоих берегов по части рукавов палеорула Нурадарьи откартированы еще в 40–50-ые гг. XX века группой В.И. Попова. Южнее Каракатинской впадины они прослеживаются в сторону Ромитанского отрога с разворотом на запад под южные предгорья Кульжуктау, а на юго-востоке они отмечены в западных предгорьях Зиатдин-Зирабулакских гор.

К гидросистеме Палео-Нурадарьи следует отнести также два русла, впадавших в нее с востока. Оба русла прослеживаются в северо-западном направлении. Первое – из межгорной впадины между современными Нуратау и Каратау, второе – по Зарафшанскому грабену. Последний примечателен тем, что проистекавшие из него потоки эродировали часть отложений палеорула Нурадарьи. Возможно, именно поэтому нет каких-либо проявлений урана в пределах между месторождениями Южный

Канимех и Северный Майзак, расположенными, соответственно, на северном и южном бортах Зарафшанского грабена на выходе его в долину.

Третья гидросистема древних русел откартирована на юго-востоке Центральных Кызылкумов, между поднятиями Каратепе и Зирабулакской возвышенностью, как серия мелких коротких речных долин субмеридионального простирания и более длинная (~50 км) долина реки Джамдарья. На литолого-палеогеографических картах, представленных в «Атласе», эта гидросеть не отрисована в достаточной мере. Вероятнее всего причина заключается в том, что геологическая обстановка этой гористой местности в меловой и палеогеновый период была очень сложной и не может быть отображена корректно по имеющейся сети и объему геологических данных.

Установленные закономерные связи между дислокацией месторождений урана песчаникового типа и определенными литолого-фациальными обстановками позволяет рекомендовать следующее:

Первое. На основе, предложенной еще в 50-тые гг. Поповым В.И., методики фациально-палеогеографического картирования ландшафтов мезо-кайнозоя Центральных Кызылкумов с позиций динамического стадийного принципа разделения фаций [2] следует пересмотреть имеющиеся на эту территорию литолого-фациальные карты мела и палеогена, с целью выявления геохимических ландшафтов (структур), перспективных для образования месторождений рудных полезных ископаемых наложенного типа.

Второе. По имеющимся фондовым материалам Госкомгеологии РУз с целью нахождения площадей, перспективных на обнаружение месторождений урана песчаникового типа, провести ревизию гамма-аномалий, выявленных на территории Центральных Кызылкумов, но забракованных как бесперспективные из-за их нахождения в отрыве от границ выклинивания региональной или локальных (развивающихся от местных поднятий) зон пластового окисления.

Список литературы:

1. Н.А. Ахмедов, Ю.Ф. Корсаков и др. Атлас специализированных карт Центрально-Кызылкумской ураново-рудной провинции. Ташкент, 2001.
2. Материалы совещания по методике фациально-палеогеографического картирования кайнозойских и мезозойских осадочных формаций. Изд. САГУ, Ташкент, 1957.

УДК 550

© Голищенко Г.Н., Беленко А.П., Халецкая О.В. 2008 г.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ ПОРОДАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗЕРНИСТЫХ ФОСФОРИТОВ

Голищенко Г.Н., главный геофизик Центрального рудоуправления НГМК, канд. геол.-минер. наук; Беленко А.П., главный геолог Центрального рудоуправления НГМК, Халецкая О.В., инженер-геофизик ОМГТП НГМК

В статье представлены новые данные, полученные в результате проведенных электроразведочных работ, об особенностях геологического строения Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов (карьер Ташкура) и распределения крепких включений на основе использования новых методов интерпретации кривых электрозондирования (рис. 1-3).

Развитие твердых включений в сцементированных галечниках и загипсованных глинах отложений надрудной толщи карьера Ташкура требуют дополнительных затрат на производство буровзрывных работ. Поэтому, детальное картирование твердых включений, количественная оценка их параметров необходимы для оперативного управления горно-буровыми работами. Залегание пород месторождения фосфоритов пологое, осложнено неотектоникой

пликативного характера и разрывными дизъюнктивными нарушениями постпалеогенового возраста. Здесь, в толще мергелей среднего эоцена мощностью 50 м заключены 5 пластов, из них два пласта (первый и второй) представляют промышленный интерес. Это зернисто-карбонатный тип.

Внешняя вскрыша I пласта представлена сверху вниз лёссовидными суглинками, песчано-гравийной смесью, известковистыми глинами, фосфатосодержащими мергелями. Мощность пород, перекрывающих пласт, составляет 4–15 м, средняя - 11,5 м. Среди четвертичных отложений внешней вскрыши встречаются крепкие пропластки, сцементированные гипсом и карбонатом с коэффициентом крепости до 4 и более - гравийно-галечниковые отложения. Они повсеместно залегают непосредственно под рыхлыми отложениями, имеют мощность от 1,0

до 8,0 м и более при среднем значении 2,6 м. Их объем во внешней вскрыше (над пластом I) составляет 18,6%, из которых не менее трети относится к крепким разновидностям на известковистом цементе (предел прочности может достигать 40-50 МПа), а остальные 70% - на загипсованном глинистом цементе. К внутренней вскрыше отнесены известковистые бентонитоподобные глины, мергели, которые залегают между I и II фосфопластами (межпластье) мощностью 8-12 м, которые имеют повышенный коэффициент крепости 3-5 и требуют предварительного рыхления буровзрывными работами. Средняя объёмная масса этих пород составляет 1,85-2,00 т/м³.

Для выявления твердых включений накоплен большой опыт использования метода вертикального электрического зондирования (ВЭЗ). По данным электрокаротажа эксплуатационных скважин установлены отчетливые границы раздела отложений по электрическим свойствам - твердые включения характеризуются электросопротивлениями до 400-500 ом·м и выше, в то время как пески, суглинки, глины, фосфориты обладают сопротивлениями от 5-10 ом·м до 30-100 ом·м. Вместе с тем мергели и карбонатизированные отложения характеризуются сопротивлениями до 100-1000 ом·м. Высокие сопротивления твердых включений явились различительным признаком для их картирования и количественной оценки параметров распределения.

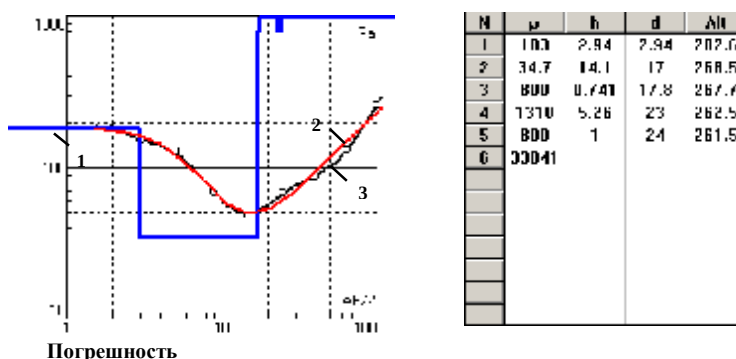
Основным фактором, определяющим величину сопротивления, является удельное сопротивление поровой влаги, а также общая пористость и степень заполнения пор водой. В значительной степени электрическое сопротивление зависит от гранулометрического и литологического составов. У песчаных пород оно меняется в зависимости от крупности зерен, возрастая с увеличением их размеров. Наибольшее значение отмечается для гравийно-галечниковых отложений. В сухом состоянии при влажности не более 8% глинистые породы имеют пониженные сопротивления, уменьшаясь при увеличении засоленности. Таким образом, количественная оценка плотности и сопротивлений пород разреза затруднена и особенно при геофизических работах в зимне-весенний период.

Вместе с тем, эффективность геофизических исследований не может быть повышена одним лишь совершенствованием технических средств измерений физических полей. Не менее важным резервом является совершенствование методики работ и способов истолкования данных, включающих геологическую информацию.

В период с ноября 2006 г. по апрель 2007 г. согласно программы повышения качества буровзрывных работ в карьере «Ташкура» на площади, подлежащей отработке в 2007 г., проведены электроразведочные работы методом

ВЭЗ в площадном варианте. При интерпретации результатов зондирования использовались современные программные комплексы IPI2Win и IPI RES2, основанные на возвратном методе частотного аналога переходных процессов, разработанные МГУ в 2003 г.

Нацеленность на геологический результат является отличительной особенностью программы IPI2Win по сравнению с распространенными программами автоматического решения обратной задачи. Удобная система управления позволяет выбрать из множества эквивалентных решений то, которое окажется наилучшим как с геофизической (т. е. обеспечит минимальную невязку подбора), так и с геологической (т. е. обеспечит геологическую значимость геоэлектрического разреза) точки зрения. Подход к интерпретации, реализованный в IPI2Win, основан на выборе концепции геологического строения по профилю и позволяет наилучшим образом использовать априорную информацию в сложных геологических ситуациях. Однако, возможности IPI2Win позволяют использовать и другие подходы к



Погрешность

Рис. 1. Пример интерпретации результатов измерений с использованием программ IPI2Win и IPI RES2: 1. Геоэлектрическая модель; 2. Кривая ВЭЗ (модель); 3. Полевая кривая; N-номер пласта ВЭЗ; ρ - сопротивление, ом·м; h- мощность пласта, м; d- глубина от поверхности м; AB/2-полуразнос питающей линии, м; Alt-абсолютная отметка поверхности, м

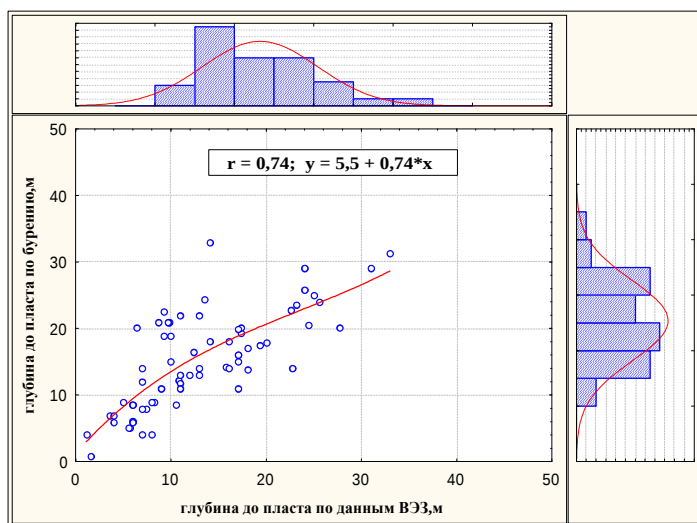


Рис. 2. Сопоставление данных интерпретации ВЭЗ и бурения

интерпретации (включая формальный) в зависимости от решаемой геологической задачи. Параметры модели изменяются так, чтобы обеспечить минимальную невязку полевой и теоретической кривых для текущей точки. Модель начального приближения создается, исходя из априорных данных, полученных по геологическим разрезам и/или результатам бурения. Интерактивная интерпретация является основным способом истолкования данных с помощью программы IPI2Win. Излагаемый подход вытекает из обширного опыта интерпретации данных ВЭЗ при решении различных геологических задач. Интерпретация начинается с анализа геологических данных по скважинам, расположенным на профиле ВЭЗ или вблизи от него. Затем проводится визуальный анализ разреза кажущегося сопротивления. На профиле выделяются зоны с одинаковыми типами кривых. Если для некоторых точек известен геологический разрез по данным бурения, то модель начального приближения для этих точек задается по этим данным. Число слоев и глубины границ определяются по буровым колонкам, сопротивления слоев задаются исходя из литологической информации. Некоторые геологические слои могут объединяться в единые геоэлектрические слои в соответствии с электрическими свойствами слагающих пород и, следовательно, их проявленностью на кривой ВЭЗ. После интерпретации типичных кривых модели переносятся на остальные точки соответствующих зон. Опыт разработчиков в интерпретации ВЭЗ показывает, что одновременного изменения сопротивлений слоев и глубин границ следует избегать, учитывая принцип эквивалентности. Полученный таким образом геоэлектрический разрез становится первым приближением модели геологического строения вдоль профиля наблюдений. Этот разрез подвергается анализу с точки зрения соответствия здравому геологическому смыслу и имеющимся априорным данным.

В результате построены геоэлектрические модели с использованием данных бурения, позволившие с высокой точностью выделить мощности твердых включений (не выше 7%). Тип кривых ВЭЗ в основном КН и QH (рис. 1).

Получены новые данные развития этих отложе-

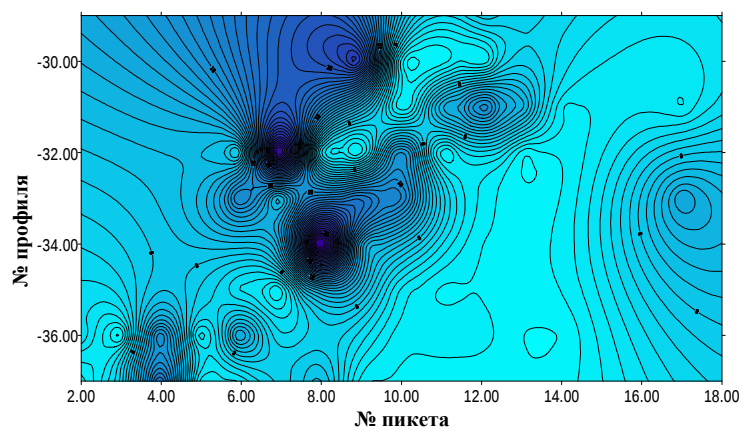


Рис. 3. Фрагмент карты изомощности твердых включений

ний с количественной оценкой их параметров, необходимых для оперативного управления буровыми работами. Выявлены также эрозионные врезы (типа палеодолин) мощностью до 20 м, в пределах которых вымыты отложения как надрудной, так и рудной толщ, где отмечается отсутствие фосфопласта. В настоящее время проводятся заверочные работы выявленных особенностей исследуемой площади.

Результаты автоматической обработки полевых наблюдений представлены в виде геоэлектрических разрезов по каждому профилю, карт изомощности (ρ_k) твердых включений, карт изомощностей твердых включений, карт кровли фосфоритового пласта (рис. 2).

При построении геоэлектрических разрезов отложения надрудной толщи условно разделены на четыре геоэлектрических слоя.

1. Геоэлектрический слой с электросопротивлениями от 1 до 20 ом·м.

2. Геоэлектрический слой с электросопротивлениями от 20 до 100 ом·м. В этот геоэлектрический слой объединены отложения, характеризующиеся как твердые включения.

3. Слой с электросопротивлениями от 100 до 1000 ом·м, поверхностный слой. Совместное рассмотрение его и второго геоэлектрического слоя характеризуют развитие твердых включений (рис. 3).

4. Геоэлектрический слой с электросопротивлениями более 1000 ом·м характеризует максимальную глубину исследования ВЭЗ и определяется как кровля фосфоритового пласта.

Карта изомощности (ρ_k) отражает распределение сопротивлений в поверхностном слое исследуемого участка.

Карта изомощностей твердых включений позволяет оценить мощность и развитие поверхностного слоя твердых включений. Так при анализе данных карт видно, что средняя мощность слоя твердых включений составляет 0 - 5 м, однако есть зоны очагового типа с более высокими мощностями до 20 м (эрозионные врезы).

В ходе проведения электроразведочных работ отмечались случаи, когда данными электроразведки 1-й фосфопласт явно не выявлялся, это связано с малой мощностью фосфопласта, либо малыми глубинами исследования – зачастую первые метры.

Однако, наличие данного слоя оказывало влияние на полученные результаты. 2-й фосфопласт выделяется методом ВЭЗ более достоверно, это связано с тем, что он лежит на подложке высокоомных пород.

Таким образом, в результате проведения электроразведочных работ методом ВЭЗ и электрокаротажа скважин заверочного бурения получены новые данные об особенностях развития твердых включений, их сопротивлений, глубинах залегания кровли фосфопластов, построены карты изомощностей, изомощности кажущихся сопротивлений, в том числе и твердых включений. Построены геоэлектрические раз-

резы по профилям зондирований. Внедрена современная программа автоматической интерпретации зондирований, обеспечивающая высокую производительность расчетов с заданной точностью с учетом всей имеющейся априорной геологической информации.

По этим материалам устанавливается типичный пятислойный разрез, прослеживаемый практически повсеместно. По электрокаротажу скважин проявляется отчетливая корреляция характера записи по всем скважинам. Устанавливается опорный геоэлектрический горизонт, подстилающий второй фосфопласт, характеризующийся значительной мощностью и высоким сопротивлением, превышающим 1200 ом·м.

Данные карты из ом·м и карты мощностей могут служить основой для оценки и оконтуривания твердых включений. Между этими параметрами, а также плотностью генетически должна существовать тесная корреляционная связь. Результаты сопоставления параметрических кривых зондирований с данными бурения свидетельствуют о хорошем качестве зондирования. Погрешность оценок глубины второго фосфопласта около 10%.

Оценка параметров твердых включений определяется с высокой точностью в связи с тем, что они залегают близко к поверхности, обладают высоким

электрическим сопротивлением и параметры нижних слоев разреза практически не влияют на пласт крепких включений.

Анализ карт поверхности и карт содержаний фосфопласта позволил выделить несколько эрозивных врезов, где фосфопласт полностью размыт.

Вместе с тем, устанавливается унаследованность структур первого и второго фосфопластов, глинистого межпластья на большую протяженность. Однако, верхняя часть разреза и морфоструктуры твердых включений, их мощность и дневная поверхность не коррелируют со структурами морских отложений среднего эоцена (коэффициент корреляции указанных параметров незначим). Это свидетельствует о тектонической активизации в неоген-четвертичное время.

В связи с этим, вполне вероятно, что в постпалеогенное время были сформированы палеорусла, берущие начало с поднятий Мурунтауского рудного поля, рудных полей Даугызтау и Аристантау, направленных в Джерой-Сардаринскую депрессию. Поэтому, выявление этих палеорусел, которые прослеживаются на карте изогипс поверхности, могут быть специализированы на россыпное золото. Таким образом, результаты работ могут служить основой при оконтуривании и оценке параметров твердых включений.

УДК 551.624.131.1

© Мирасланов М.М., Закиров М.М. 2008 г.

ТРЕБОВАНИЯ К ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИМ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА СТАДИЯХ РАЗВЕДКИ

Мирасланов М.М., ведущий научный сотрудник ГИДРОИНГЕО, канд. геол. мин. наук; Закиров М.М., зав. лабораторией ГИДРОИНГЕО

Инженерная геология и гидрогеология месторождений твердых полезных ископаемых (МТПИ) являются успешно развивающимся разделом (научным направлением) инженерной геологии и гидрогеологии и призваны обеспечить эффективную работу горнодобывающих предприятий, развитие важнейшей базовой отрасли народного хозяйства Узбекистана. Содержание этих разделов инженерной геологии и гидрогеологии составляют широкий круг геологических вопросов и практических задач, возникающих при разработке различных типов МТПИ [1-6].

Освоение месторождений связано с решением многих сложных горно-геологических и горнотехнических вопросов, которые обусловлены инженерно-геологическими и гидрогеологическими факторами.

Применение комплексной механизации горных работ как в период строительства шахт, рудников, карьеров, так и в период их эксплуатации, также ставит ряд дополнительных требований к изучению инженерно-геологических факторов, влияющих на производственный процесс. Кроме того, развитие горнодобывающей промышленности и подземного строительства все более захватывает глубокие зоны земной коры с их своеобразными инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями производства работ и эксплуатации сооружений.

Для повышения эффективности работ по изучению инженерно-геологических и гидрогеологических условий МТПИ, а также для удобства сравнения и обобщения их результатов необходимо единообразие в методике и требования проведения таких

работ. Опубликовано более 15 методических руководств и инструкций по изучению инженерно-геологических и гидрогеологических условий МТПИ при их разведке, а также ряд монографий и трудов научно-исследовательских и проектных институтов и совещаний, посвященных изучению инженерно-геологических и гидрогеологических условий МТПИ.

В монографиях в основном рассматриваются теоретические, методические, методологические и технологические вопросы, посвященные строительству и эксплуатации МТПИ. Труды и отдельные публикации (статьи) посвящены решению конкретных задач (расчет устойчивости горных выработок, геофизические методы изучения фильтрационных свойств пород, инженерно-геологические процессы на бортах глубоких карьеров и многое др.), которые базируются на фактических и экспериментальных материалах. Таким образом, в опубликованных методиках, монографиях, трудах и инструкциях ГКЗ предусматривается представление материалов, характеризующих гидрогеологические и инженерно-геологические условия месторождений, но требования к этим материалам изложены схематически или в общем виде, без подразделения месторождения по сложности их инженерно-геологических и гидрогеологических условий.

Гидрогеологическое и инженерно-геологическое изучение месторождений твердых полезных иско-

паемых является составной частью геолого-поисковых и геологоразведочных работ и должно проводиться одновременно с ними и в соответствии с их стадиями. Такой подход дает возможность максимально использовать геологоразведочные скважины и горные выработки для гидрогеологических и инженерно-геологических исследований и повышения их информативности. Исследования проводятся в пределах разведуемого месторождения (или его части) и прилегающей к нему территории, последняя связана с развитием современных геологических процессов и наличием водосборных площадей. Инженерно-геологическое изучение месторождения проводится на площади границы, которая выходит за контур разведуемых запасов и зависит от глубины горных выработок, наличия экзогенных геологических процессов отрицательно влияющих на освоение месторождений. Для месторождений, предполагаемых к открытому способу разработки, границы изучаемой территории определяются площадью геологической разведки, плюс разномом бортов с учетом возможного развития обрушений, оползней и других процессов на бортах карьеров и прилегающих территорий. При подземном способе разработки месторождений границы изучения определяются разведуемой площадью и величинами углов возможного сдвижения горных пород над выработанным пространством, индивидуально для каждого месторождения. Следует отметить, что для размещения горно-

Таблица 1

Гидрогеологические и инженерно-геологические исследования, цель и назначение

Стадии работ	Цель	Назначение
Предварительная оценка	На новых или недостаточно изученных площадях с целью выявления МПИ с общей оценкой промышленной значимости и определения их перспективности для дальнейшего изучения.	Геологическая изученность, количественные и качественные показатели должны обеспечить геолого-экономическую оценку объектов с подсчетом большей части запасов по категории C_2 (частично P_1 и C_1). Основные результаты гидрогеологических и инженерно-геологических работ и сделанные предварительные прогнозные оценки используются для разработки временных кондиций и составления технико-экономического доклада (ТЭД), в котором выполняется экономически обоснованная предварительная оценка промышленной ценности месторождения и определяется целесообразность передачи объекта в разработку.
Детальная оценка	Изучение осуществляется с полнотой позволяющей предварительно качественно и количественно охарактеризовать основные показатели природных условий и их влияние на разработку месторождений. Выделяются основные гидрогеологические и инженерно-геологические факторы, которые будут негативно влиять на условия ведения горных работ и на экономические показатели разработки месторождений. Оцениваются воздействия на геологическую среду и экологические последствия изменения ее состояния. Рекомендуются источники водоснабжения горнодобывающих предприятий, включая использование попутных подземных вод, обводняющих полезные ископаемые.	
Разведка месторождения	Геологоразведочные работы на данном этапе, включая гидрогеологические и инженерно-геологические, проводятся с целью изучения строения вновь выявленных и ранее разведанных месторождений, получения информации обеспечивающей промышленную оценку месторождения, обоснования решения о порядке и условиях вовлечения его в промышленное освоение, а также проектирования, строительства или реконструкции горного предприятия.	Комплекс данных и прогнозных оценок используется для: оценки условий ведения горных работ, строительства и эксплуатации сооружений горнодобывающего комплекса; установление закономерностей проявления и развития геологических процессов; инженерно-геологического районирования; оценки устойчивости горных выработок; источников формирования и прогноза водопритоков, минерализации, химического состава, агрессивных свойств; оценки запасов; рекомендации по выбору площадей и участков для размещения объектов горнодобывающего предприятия; прогнозной оценки эколого-геологических последствий; разработки предложений по природоохранным мероприятиям; технико-экономического обоснования освоения месторождения.

технических сооружений гидрогеологические и инженерно-геологические исследования проводятся по специальной программе, согласно выданному геолого-техническому заданию (табл. 1, 2).

Гидрогеологические и инженерно-геологические исследования выполняются на всех стадиях поисков и разведки месторождений полезных ископаемых: на ранних этапах – как попутный комплекс дополнительных наблюдений, а на поздних – как самостоятельный вид работ, необходимый для проектирования наземных и подземных горнодобывающих промышленно-гражданских и линейных сооружений, связанных с добычей полезных ископаемых. На каждой стадии геологоразведочных работ инженерно-геологические и гидрогеологические исследования имеют свои цели и назначения (табл. 1).

При поисках и разведке месторождений полезных ископаемых основным источником информации об инженерно-геологических особенностях и гидрогеологических параметрах горных пород являются материалы бурения разведочных скважин и проходки горных выработок. Обычно густота разведочной сети на месторождениях достаточна для того, чтобы выбрать опорные выработки для подробного гидрогеологического и инженерно-геологического изучения и опробования. Они должны задаваться с таким расчетом, чтобы были охарактеризованы все геолого-генетические комплексы отложений и каждый литологический тип пород. Следует, однако, иметь в виду, что в ряде случаев, особенно при сложном геолого-тектоническом строении этого добиться трудно, так как или горные выработки не охватывают эти особенности или скважины бурятся в основном наклонно. В таких случаях необходимо бурение специальных скважин и проходка дополнительных шурфов. Кроме того, необходимо подчеркнуть, что для инженерно-геологического изучения необходимы грунты ненарушенной структуры, с сохранением природной влажности, при этом требуется жесткий режим технологии бурения скважин: укороченные рейсы, пониженные обороты, малые давления на забой, бурение без промывки и т.д. Если эти вопросы не будут узаконены или в проекте не предусмотрены, то они выполняться не будут.

Список литературы:

1. Методическое руководство по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при их разведке. М. недр. 1977.
2. Скворцов Г.Г., Бобов Н.Г., Кориловская А.К. Инструкция по изучению инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых при их разведке. М. Недра. 1975. 59с.
3. Инструкция по изучению инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых при их разведке. М. 1975.
4. Инженерно-геологические исследования при разведке месторождений полезных ископаемых (под редакцией Г.А.Голодковской). М. изд. МГУ. 1975.
5. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология месторождения полезных ископаемых. изд. Недра. Л. 1986.
6. Гайдин А.М., Певзнер М.Е., Смирнов Б. В. Прогнозная оценка инженерно-геологических условий разработки месторождений полезных.

Таблица 2

Унифицированная форма требований к гидрогеологическим и инженерно-геологическим работам на стадиях оценки и разведки МТПИ

Стадии геологоразведочных работ	Цель и назначение работ	Типы МТПИ по сложности их разра-ботки		Состав работ (виды работ)		Параметры, определяющие состояние породного массива		Перечень решаемых основных вопросов (задач)		Конечный результат		Требования к гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям
		Гидрогеологическим условиям	Инженерно-геологическим условиям	Гидрогеологический	Инженерно-геологический	Гидрогеологические	Инженерно-геологические	Гидрогеологические	Инженерно-геологические	По гидрогеологии	По инженерной геологии	

Инженерно-геологическое опробование пород имеет цель изучить состав, строение, состояние и физико-механические свойства надрудной и рудовмещающей толщ с тем, чтобы оценить их прочность и деформируемость, произвести прогнозные расчеты возможного возникновения инженерно-геологических процессов и выявить их причины, выбрать расчетные значения показателей свойств, обосновать меры борьбы с неблагоприятными природными и инженерно-геологическими процессами и явлениями. Здесь главной задачей является обоснование интервалов опробования и количество (объем) образцов для лабораторных исследований грунтов, которые зависят от сложности исследуемого объекта и детальности разведки.

В этом плане весьма сложным является вопрос о количестве инженерно-геологических и гидрогеологических скважин, шаге опробования для различных типов категорий сложности месторождений, что до настоящего времени не имеет однозначного решения. Нет единого решения о границах гидрогеологических и инженерно-геологических исследований на каждой стадии разведки; количестве расчетных инженерно-геологических разрезов; количестве опытно-фильтрационных скважин; цикле наблюдений за уровнем подземных вод.

Таким образом, опыт изучения гидрогеологических и инженерно-геологических условий при разведке и эксплуатации МТПИ Узбекистана позволили выявить основные вопросы и факторы, определяющие состояние горно-геологического массива, разработана унифицированная форма требований к гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям на стадии разведки (табл. 2).

ПОРОДЫ КАК ОБЪЕКТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ГОРНЫХ РАБОТАХ

Сытенков В.Н., главный инженер Центрального рудоуправления НГМК, докт. техн. наук, профессор; **Наимова Р.Ш.**, зав. кафедрой Зарафшанского ОТФ НГПИ, канд. техн. наук; **Фурсов А.И.**, студент Зарафшанского ОТФ НГПИ

Породы, являющиеся объектом воздействия при горных работах, по происхождению принято подразделять на магматические, осадочные и метаморфические типы. Около 90 % земной коры по объему сложено магматическими и метаморфическими породами, а 10% - осадочными. При этом, осадочные породы покрывают 75% земной поверхности.

Минеральный состав пород определяет их структуру и силу связей между отдельными частицами. Особенно наглядно этот фактор проявляется у магматических и метаморфических пород, механические показатели которых повышаются с уменьшением размеров зерен и кристаллов.

Строение пород влияет на механические свойства через взаимное расположение зерен, наличие включений и характер соединения зерен между собой. Если зерна прилегают друг к другу не плотно, то в породах образуются поры, снижающие их механические свойства. Ориентация зерен в определенном направлении (слоистые породы) приводит к тому, что механические свойства будут зависеть от направления приложения силы: предел прочности выше поперек слоистости.

Состояние пород влияет на механические свойства через трещиноватость, обводненность, способность уплотняться и деформироваться под воздействием давления и т.п. В частности, с увеличением трещиноватости механические свойства пород снижаются, а по мере уплотнения - повышаются.

На открытых горных работах породы подвергаются главным образом механическим воздействиям (ударам, сдвигу, уплотнению, перемещению и т.п.), происходящим в результате ведения взрывных, выемочно-погрузочных, транспортных и других работ. Поэтому, свойства и состояние пород должны быть оценены в первую очередь с точки зрения ответной реакции на такие воздействия, поскольку, именно такой реакцией предопределяется технология горных работ и соответствующий ей комплект технических средств. Эта реакция индивидуальна для каждой породы и определяется ее механическими свойствами, которые зависят от их минерального состава, строения и состояния.

С точки зрения технологии ведения горных работ при изучении месторождения необходимо, прежде всего, ответить на один из основных вопросов: «Каким образом вмещающие породы и полезное ископаемое могут быть разработаны имеющимся в нашем распоряжении оборудованием?». Принципиально на этот вопрос можно дать три ответа: «Нет», «Да, но с трудом» и «Да». Исходя из этого подхода с техноло-

гической точки зрения в учебной литературе породы подразделяют на твердые (крепкие), связные (слабые) и рыхлые (весьма слабые). Такие двойные наименования пород объясняются тем, что разными исследователями они называются по-разному, но имеют одинаковый смысл. Так, например, в трудах В.В. Ржевского применяется первый термин, М.М. Протодяконова (старшего) - оба термина, Л.И. Барона, С.Е. Чиркова и М.М. Протодяконова (младшего) - второй термин.

При таком делении пород на три больших группы подразумевается, что породы первой группы не могут, второй группы могут с пониженной эффективностью, а третьей группы могут с высокой эффективностью разрабатываться существующим выемочным оборудованием без принятия дополнительных мер по их предварительному рыхлению.

Однако, в последние десятилетия появилось выемочное оборудование, которое может эффективно разрабатывать горные массивы, сложенные некоторыми типами пород первой и второй групп. Поэтому, возникла необходимость в корректировке принятого деления пород, которые с технологической точки зрения по нашему мнению следует разделить на «крепкие (твердые)», «плотные» и «слабые (мягкие)» (рис. 1).

К **крепким (твердым) породам** (их еще называют «**скальные и полускальные породы**») относится большая часть магматических и метаморфических пород, а также некоторые породы осадочного происхождения (граниты, кварциты, сланцы, песчаники, мергели, известняки, гипс, каменная соль, крепкие каменные угли и др.).

К **плотным породам** относятся глинистый сланец, мел, зернистые фосфориты на карбонатном цементе, мягкий известняк, глины различного состава, мягкие угли, слабо сцементированные конгломераты, песчаники на глинистом цементе, разрушенный песчаник и т.п.

К **мягким (слабым) породам** относятся песчаные глины, суглинки, пески, супеси, полностью дезинтегрированные извержения и метаморфические породы и др.

Такое деление пород отражает сущность взаимодействия с ними рабочих органов горных машин. Поэтому нами в качестве разделительного признака принята способность выемочно-погрузочного оборудования к разрушению пород и отделению их порций от массива. С такой точки зрения породы подразделяются следующим образом:

- крепкие (твердые) породы с пределом прочно-

сти на одноосное сжатие 50-350 МПа, которые не могут разрабатываться существующим выемочно-погрузочным оборудованием без предварительного рыхления;

- плотные породы с пределом прочности на одноосное сжатие 10-100 МПа, которые без предварительного рыхления могут эффективно разрабатываться специальным выемочно-погрузочным оборудованием (например, фрезерными комбайнами, роторными экскаваторами с повышенным усилием копания), а с уменьшением производительности в 1,2-2,0 раза и более оборудованием в обычном исполнении;

- мягкие (слабые) породы с пределом прочности на одноосное сжатие менее 20 МПа, которые достаточно легко без предварительного рыхления разрабатываются всеми видами выемочных машин.

Полускальные и плотные породы, разрабатываемые с применением оборудования в обычном исполнении, требуют предварительного рыхления механическим или взрывным способом.

Однако, такое деление пород весьма условно, поскольку для разного выемочно-погрузочного оборудования граница раздела будет разной. В частности, для одноковшовых экскаваторов типа «механическая лопата» породы с пределом прочности на одноосное сжатие более 40 МПа относятся к крепким, от 10 до 40 МПа – к плотным и менее 10 МПа – к мягким. Для многоковшовых роторных и цепных экскаваторов породы с пределом прочности на одноосное сжатие более 20 МПа относятся к крепким, от 5 до 20 МПа – к плотным и менее 5 МПа – к мягким. Для фрезерных комбайнов породы с пределом прочности на одноосное сжатие более 100 МПа относятся к крепким, от 20 до 80 МПа – к плотным и менее 20 МПа – к мягким (рис. 2). Это объясняется тем, что возможности выемочно-погрузочного оборудования к разрушению пород определяются развиваемым усилием копания: оно имеет наименьшее значение у многоковшовых экскаваторов, а наибольшее – у фрезерных комбайнов.

Для правильного выбора технологии и техники ведения горных работ следует изучить физические свойства горных пород.

Под *физическим свойством породы* понимают

ее специфическое поведение (ответную реакцию) при воздействии определенных физических полей или тел. Численно каждое физическое свойство породы оценивается одним или несколькими параметрами (показателями, характеристиками), являющимися количественной мерой этого свойства.

Свойства пород, проявляющиеся при воздействии на них конкретных инструментов и механизмов, и соответствующие им характеристики называют *горно-технологическими свойствами пород*.

Всю совокупность физических и технологических параметров пород, описывающих их поведение в процессах разработки, принято называть *физико-техническими параметрами (свойствами) пород*.

Физико-технические свойства пород подразделяют по виду воздействующих внешних полей.

Исходя из этого, выделяют *механическое* поле (давление) и соответствующие ему механические свойства пород, *тепловое поле* (температура) и тепловые свойства пород, *электрическое, магнитное и радиационное* поля и такие же свойства пород. Кроме того, существует еще вещественное поле (флюиды) и соответствующие ему гидравлические и газодинамические свойства пород.

Электромагнитные и акустические свойства пород связаны с воздействием на них волновых процессов – в первом случае электромагнитного поля, во втором – упругих колебаний. Поэтому, многие из параметров, описывающих эти свойства, близки друг другу по своей физической сущности.

Механические свойства горных пород широко разветвлены. Все эти свойства оцениваются параметрами, связывающими механические напряжения и соответствующие им деформации в породах.

Радиационные (ядерные) свойства пород проявляются при воздействии на них потоков микрочастиц или электромагнитных волн значительной жесткости (рентгеновские гамма-лучи), а также при наличии в породах радиоактивных элементов.

Горно-технологические параметры пород подразделяются на группы по принадлежности к определенным процессам технологического воздействия:

1. Параметры, характеризующие общую разрушаемость пород механическим способом, например твердость, крепость, вязкость и дробимость.



Рис. 1. Схема разделения пород с технологических позиций ведения горных работ

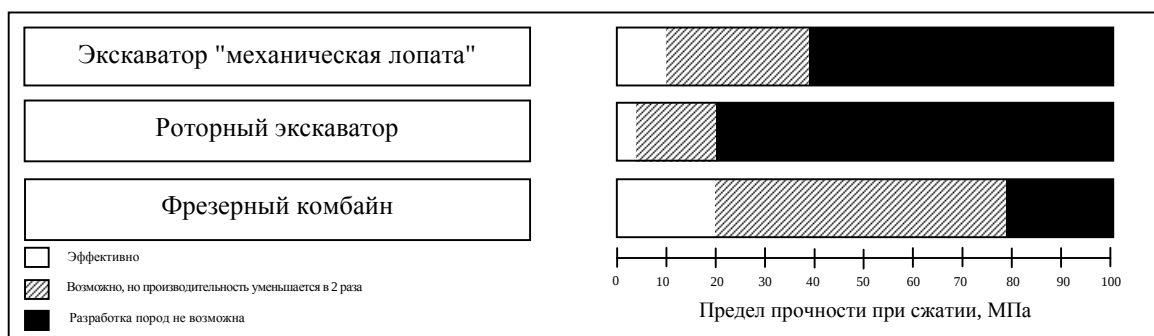


Рис. 2. Технологические характеристики выемочной техники

2. Параметры, характеризующие разрушаемость пород определенными механизмами: буримость, сопротивление резанию, взрываемость, удельное сопротивление копанию и т.д.

3. Параметры, оценивающие воздействие породы на инструмент, например, абразивность.

4. Параметры, оценивающие качество полезных ископаемых, например, содержание полезного компонента (для руды), морозостойкость и термостойкость (для строительного камня).

5. Параметры, устанавливающие эффективность воздействия на горные породы, например, обогатимость, флотуемость, экскавируемость, устойчивость в отвалах и т.д.

6. Параметры, определяющие особое поведение пород при разработке месторождений полезных ископаемых (выбросоопасность, метаносность, самовозгораемость и др).

7. Параметры, оценивающие эффективность воздействия на горные породы различными не механическими методами с целью их разрушения, упрочнения, плавления и т.д., например, термобуримость, электротермомеханическая разрушаемость и др.

Последняя группа несколько отличается от предыдущих тем, что, как правило, данные параметры можно рассчитать по известным физическим свойствам пород. Большинство базовых характеристик горных пород имеет тесную взаимосвязь с пределом их прочности на одноосное сжатие. Поэтому, изучение этих характеристик следует начинать с этого параметра, который положен в основу практически всех горно-технологических классификаций пород. При этом, базовой классификацией горных пород следует считать классификацию проф. М.М. Протодяконова по коэффициенту крепости (f), который широко используется на практике и взаимосвязан с пределом прочности при одноосном сжатии соотношением:

$$f = \frac{\sigma_{сж}}{30} + \sqrt{\frac{\sigma_{сж}}{3}}$$

где $\sigma_{сж}$ – предел прочности пород при одноосном сжатии, МПа.

Взаимосвязь коэффициента крепости с пределом прочности при сжатии и графическая иллюстрация пород по коэффициенту крепости представлены графически на рис. 3.

В отличие от предыдущей, более точной, фор-

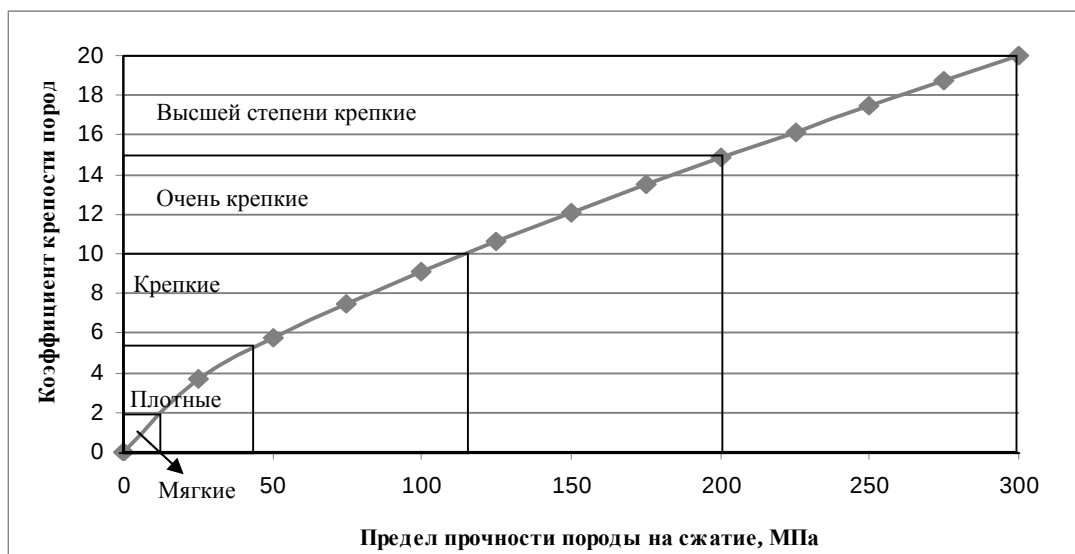


Рис. 3. Графическая иллюстрация взаимосвязи коэффициента крепости с пределом прочности пород при одноосном сжатии и классификации пород по коэффициенту крепости

мулы для практического применения коэффициент крепости горных пород может быть определен из выражения

$$f = \frac{S_{сж}}{10}.$$

Значительное влияние на горно-технологические параметры, и, соответственно, на технологию ведения горных работ оказывает естественная трещиноватость пород в массиве, характерная для большинства крепких (скальных и полускальных) пород.

По степени трещиноватости эти породы подразделяют на пять технологических категорий:

1. Практически монолитные, у которых средний размер отдельностей превышает 1,0 м, а видимые трещины отсутствуют. К этой категории относятся пироксениты, каменная соль и др.

2. Мало трещиноватые, у которых среднее расстояние между трещинами и размер отдельностей составляет около 0,7 м, а видимые трещины заполнены мелким материалом. К ним относятся граниты, плотные известняки ряда месторождений.

3. Средней трещиноватости, у которых среднее расстояние между трещинами и средний размер отдельностей составляет около 0,5 м. Имеют хорошо различимые, иногда заполненные мелким материалом трещины. В эту группу входят известняки, роговики и песчаники.

4. Сильно трещиноватые с отдельностями среднего размера около 0,3÷0,4 м. Часто имеют место напластования и видимые сомкнутые трещины. К данной категории относятся алевролиты, бурый уголь и др.

5. Чрезвычайно трещиноватые, имеющие средний размер отдельностей в массиве около 0,2 м. Отсутствуют отдельности крупнее 1 м. К этим породам относятся некоторые гранодиорит-порфиры, бурые угли. На разных участках месторождения одни и те же породы могут иметь разную трещиноватость.

Анализ характеристик общераспространенных пород показывает вполне определенную прямую зависимость плотности, расстояния между трещинами, предела прочности на растяжение и скорости продольной волны от предела прочности пород на сжатие.

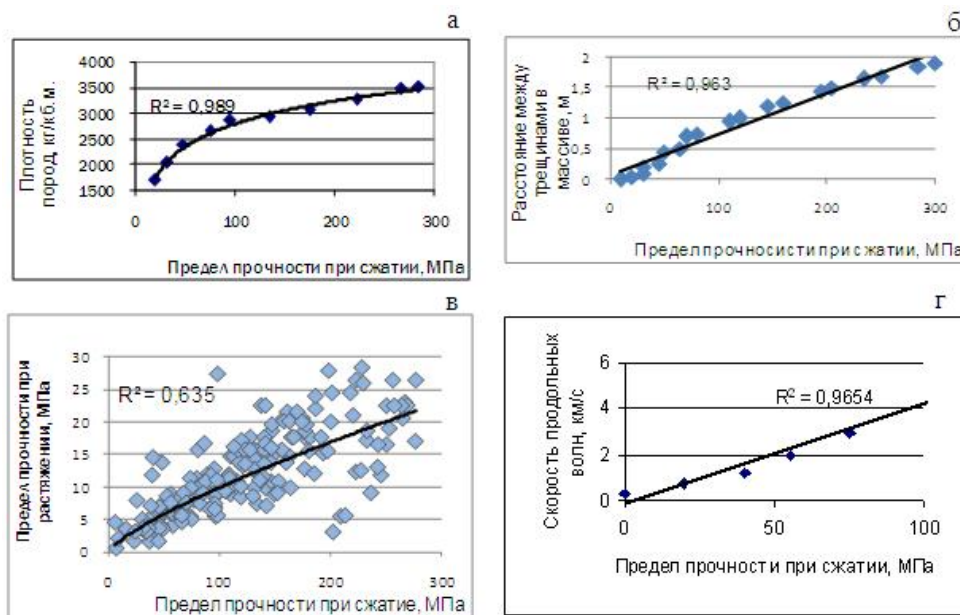


Рис. 4. Зависимость плотности (а), расстояния между трещинами (б), предела прочности на растяжение (в) и скорости продольной волны (г) от предела прочности пород на сжатие

Эти зависимости иллюстрируются на рис. 4 и аппроксимируются уравнениями:

- плотность пород:

$$\rho = 650 \ln(\sigma_{сж}) - 180, \text{ кг/м}^3$$

- расстояние между трещинами:

$$l_{тр} = 0,0067 \sigma_{сж} + 0,0681, \text{ м}$$

- предел прочности на растяжение:

$$\sigma_p = 0,26 \sigma_{сж}^{0,777} \approx 0,1 \cdot \sigma_{сж}, \text{ МПа}$$

- скорость продольной волны:

$$\lambda_{пр} = 0,043 \sigma_{сж} - 0,111, \text{ км/с}$$

В процессе разработки месторождения по мере накопления фактических данных могут составляться индивидуальные классификации пород, учитывающие особенности их структуры и литологического состава, а также технологию горных работ и средства их механизации.

Разделение пород по горно-технологическим признакам носит относительно условный характер, но позволяет уже при первом знакомстве с месторождением составить достаточно ясное представление о технологии и технике открытых горных работ.

Таким образом, полученные зависимости базовых характеристик массива горных пород от предела их прочности на сжатие имеют достаточно надежную корреляционную взаимосвязь.

Поэтому, полученные зависимости могут использоваться в горнотехнических расчетах с удовлетворительной для практического применения точностью.

ПОВЫШЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА КАРЬЕРА ТАШКУРА

Коломников С.С., начальник ПТО рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК; Наимова Р.Ш., зав. кафедрой «Естественные и общетехнические дисциплины» Зарафшанского ОТФ НГИ, канд. техн. наук

Увеличение темпов развития горнодобывающей промышленности во всем мире и в Узбекистане в том числе, предопределяет каждые 10-15 лет рост объемов горного производства примерно в 2 раза. Это влечет за собой стремительный рост перемещаемой горной массы, что требует повышенного внимания к совершенствованию технологии ее складирования. При этом выдвигаются требования уменьшения занимаемых отвалами площадей земной поверхности.

Размещение в выработанном пространстве карьера горных пород, использование которых в настоящее время нецелесообразно, наиболее перспективно с точки зрения сохранности сельскохозяйственных земель и обеспечения высоких технико-экономических показателей открытых горных работ. Возможность дальнейшего их использования в качестве заменителей некоторых природных и производственных ресурсов позволяет относить их к новым видам продукции горного производства или к новым техногенным ресурсам.

Возможными направлениями освоения данных видов ресурсов являются: использование карьеров и отвалов в качестве элементов инженерных сооружений; переработка заскладированных руд; рекультивация отвалов и выработанного пространства карьеров [1-3].

Однако слабая изученность закономерностей изменения ценности техногенных ресурсов от условий и способов их формирования, отсутствие систематизации самих способов не позволяют в полной мере использовать ресурсный потенциал отвалов и

выработанного пространства карьеров.

Пути повышения ресурсного потенциала отвалов и выработанного пространства карьеров рассмотрим на примере разработки пластового, пологопадающего Джерой-Сардарьинского месторождения фосфоритов, которая ведется карьером Ташкура. Работы в настоящее время ведутся на первом и втором участках. Отработка месторождения рассчитана на долгий период.

Пласты фосфоритов (I-II) имеют выдержанное падение под углами 3-5° (рис. 1). Внешняя вскрыша I пласта представлена сверху вниз лёссовидными суглинками, песчано-гравийной смесью, известковыми глинами, фосфатосодержащими мергелями. Мощность пород, перекрывающих пласт, составляет 5-20 м. К внутренней вскрыше отнесены известковистые бентонитоподобные глины, мергели, залегающие между I и II фосфопластами (межпластье) мощностью 8-12 м, которые требуют предварительного рыхления.

Объемная средняя масса фосфоритовых руд равна 2,02-2,05 т/м³, средний коэффициент разрыхления 1,42. Влажность руды в естественном залегании от 2,5 до 5,0%, в среднем 3,8%. Мощность пластов практически одинакова - 0,5-0,85 м, содержание P₂O₅ в I и II фосфопластах в среднем 14,57% и 18,16%, соответственно.

В гидрогеологическом и инженерно-геологическом отношении проектируемые для карьерной отработки объемы месторождения, в том числе и участок Ташкура, не обводнены.

Вскрышные работы ведутся на двух уступах:

первый вскрышной уступ располагается над I фосфопластом (внешняя вскрыша); второй вскрышной уступ располагается между I и II фосфопластами (внутренняя вскрыша).

Система разработки - транспортная, с перевозкой вскрышных пород самосвалами во внутренний отвал. Фосфоритовые пласты обрабатываются фронтальными комбайнами MTS-250 и Wirtgen-2500SM с погрузкой в автосамосвалы CAT-777, вскрышные породы экскаваторами ЭКГ-8И, САТ-5130 с погрузкой в автосамосвалы САТ-785В.

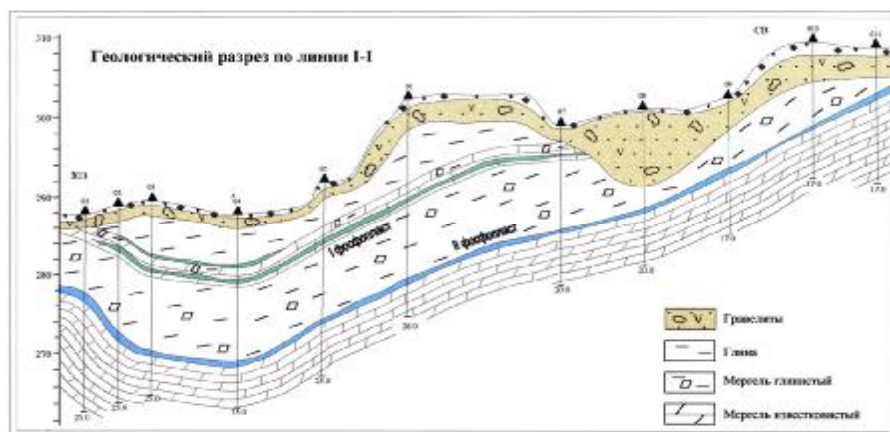


Рис. 1. Геологический разрез карьера фосфоритов на участке Ташкура

Применительно к условиям разработки месторождения карьером Ташкура использование ресурсов можно представить следующим образом (рис. 2). При разработке горного массива образуются: руда товарная, руда забалансовая и вскрышные породы, которые в результате переработки производства можно отнести к новым техногенным ресурсам.

Результатом разработки горного массива карьера Ташкура являются: вскрышные породы и рудная масса, которая транспортируется автосамосвалами на рудоконтрольную станцию (РКС).

На РКС руда в зависимости от содержания P_2O_5 разделяется на товарную и забалансовую, после чего разделяется на соответствующих секторах прикарьерного склада. Радиометрическая посамосвальная сортировка добытых фосфоритовых руд выполняет роль контрольной операции, дополняя селективную выемку.

Забалансовая руда, полученная в результате сортировки на РКС, удаляется в отвал.

Товарная руда поступает на линию промывки. На установке по промывке фосфоруды выполняется растворение и удаление шламов с низким содержанием фосфора. В результате промывки выделяется класс +5 мм, класс -5+0,5 мм, класс -0,5 мм и шламы -0,02 мм. Шламы и класс +5 мм направляются на шламохранилище и на склад забалансовой руды, соответственно (рис. 3).

Бедная руда с рудного склада транспортируется на узел грохочения. Путем грохочения руда разделяется по классу 5 мм. Надгрохотный продукт (+5 мм) отправляется на склад забалансовой руды.

Шламы после «мокрого» обогащения являются перспективным сырьем последующих периодов. Складирование шламов производится в хранилище забалансовой руды, размещаемое в выработанном пространстве карьера. Площадь хранилища 30 га, емкость – 2,28 млн. т шламов.

Анализируя показатели работ карьера Ташкура за последние 10 лет, можно сделать вывод, что до последнего времени выработанное пространство использовалось только для складирования вскрышных пород. При этом, забалансовая руда, а

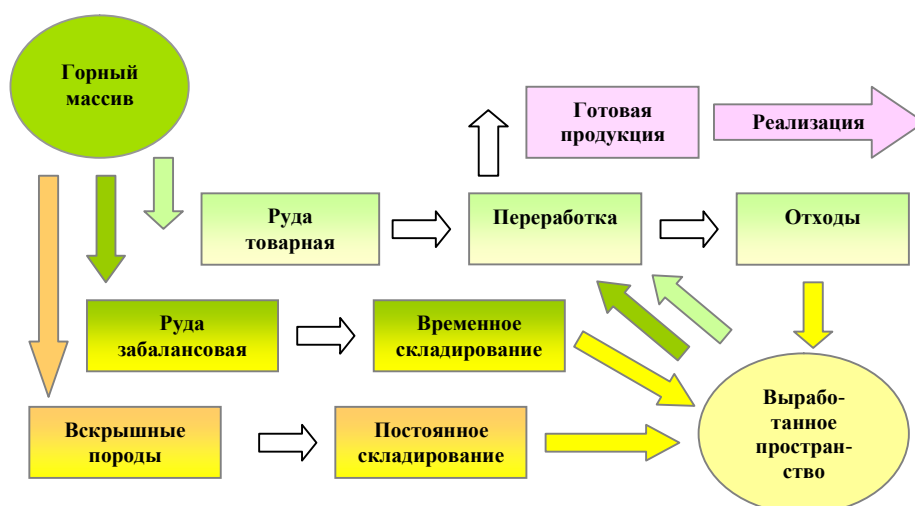


Рис. 2. Движение продуктов деятельности горно-перерабатывающего производства Кызылкумского фосфоритового комплекса

также отходы переработки складировались на внешних отвалах, задействуя для этого земельные площади. Следовательно, имеется резерв повышения эффективности использования техногенного ресурса, который заключается в размещении отходов и забалансовой руды в выработанном пространстве. При этом, необходимо учитывать рациональные параметры складов забалансовой руды, изменения технологии переработки, а именно, внедрение мокрого обогащения и необходимость размещения и этой переработки.

Организация шламохранилищ на земной поверхности требует больших затрат на строительство дамб и плотин, материалы для которых необходимо доставлять на значительное расстояние. Кроме того,

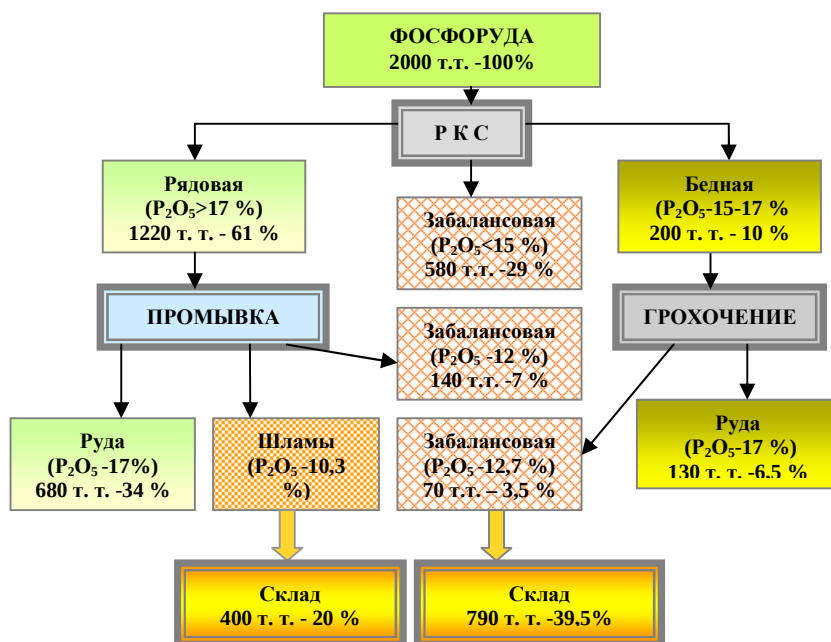


Рис. 3. Количественная схема переработки фосфоруды на КФК в 2008 г.

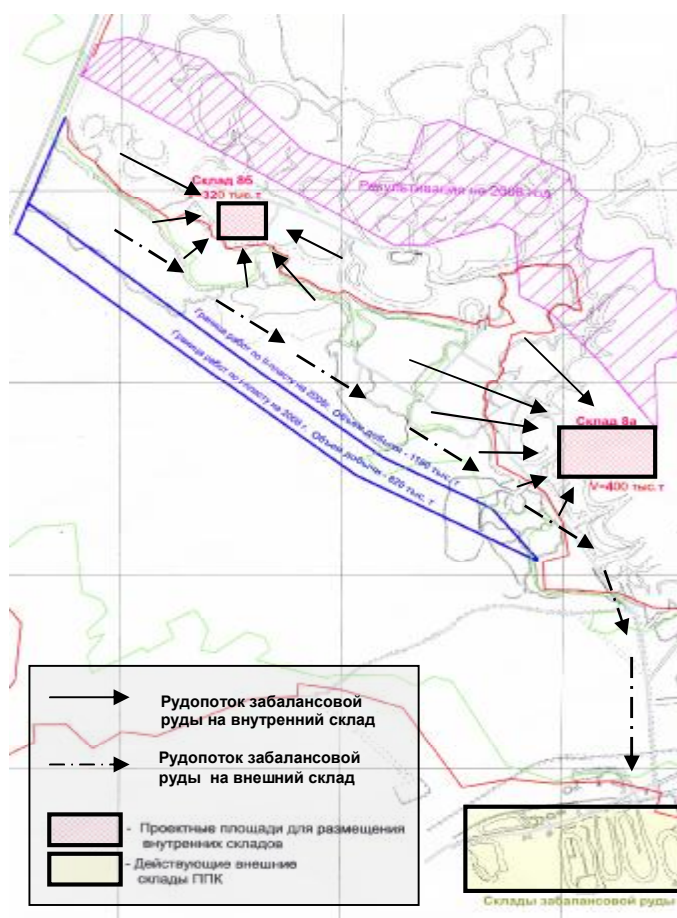


Рис. 4. Организация шламохранилища

из народно-хозяйственного оборота на длительный срок изымаются земли, которые в дальнейшем потребуют затрат на рекультивацию. Значительно ухудшается экологическая обстановка в районе горнодобывающего производства.

Размещение шламохранилищ в выработанном пространстве карьера позволяет использовать в качестве гидротехнических сооружений внутренние отвалы вскрышных пород, а естественное понижение дна карьера использовать для оптимизации схем складирования шламов. При этом, значительно снижаются затраты на технологический процесс складирования шламов и последующую рекультивацию нарушенных земель.

Такое техническое решение кардинально повышает техногенный ресурсный потенциал как внутренних отвалов, так и выработанного пространства карьера в целом.

Анализ добычи показывает, что из добываемой фосфоруды после РКС, грохочения и промывки на переработку отправляется только 40,5% руды. По

причине низкого содержания P_2O_5 большая часть руды I фосфоритового пласта непригодна для переработки по действующей технологии и, поэтому, направляется на склад забалансовой руды, где уже на 01.01.2008 г. накоплено – 4,6 млн. т некондиционной рудной массы с содержанием P_2O_5 -13,56 %, в том числе руды из I пласта в объеме 1,4 млн. т.

Одним из этапов повышения потенциала стала организация временного складирования забалансовой руды первого фосфопласта на спланированных отвальных площадях (рис. 4):

- склад № 8а в объеме 200 тыс. м³;
- склад № 8б в объеме 160 тыс. м³.

Это позволило сократить расстояние транспортирования забалансовой руды на 2,8 км и 4,9 км, соответственно. Снижение затрат составило (7,7 км×340 сум/тн км) - 2618 сум/тн.

Оценивая затраты на перемещение вскрышных пород, забалансовой руды и складирование шламов по степени влияния на эффективность фосфоритового производства, можно ранжировать технологические процессы следующим образом:

1. Транспортирование вскрышных пород во внутренний отвал, что обусловлено значительным объемом перевозок (20 млн. м³/год или $20 \times 2 \text{ т/м}^3 \times (0,45 \div 0,6 \text{ км}) = 18 \div 24 \text{ млн. т км/год}$).

При стоимости транспортирования 340 сум/тн. км затраты составляют 6,1÷8,2 млрд. сум в год.

2. Размещение продуктов переработки в шламохранилищах, что при их строительстве на земной поверхности требует ~ 5 млрд. сум.

3. Складирование 800 тыс. т забалансовой руды во внешних складах с затратами ~ 820 млн. сум в год.

По сопоставимости затрат значительные объемы выработанного пространства целесообразно выделять под шламохранилища. Склады забалансовой руды целесообразно размещать минимально задействуя выработанное пространство. Для этого рациональна организация складов в верхнем ярусе или на поверхности внутренних отвалов. При этом, для минимизации транспортных расходов необходимо их переносить по мере продвижения фронта горных работ.

Таким образом, повышение использования ресурсного потенциала карьера Ташкура базируется на: размещении максимально возможного количества отходов деятельности; формировании складов в выработанном пространстве с возможностью вовлечения в переработку заскладированных продуктов; эффективности транспортных схем перемещения продуктов к местам складирования и переработки; снижении воздействия отходов производства на окружающую среду.

Список литературы:

1. Гавришев С.Е., Заляднов В.Ю., Пыталев И.А. «Расширение области рационального использования техногенных георесурсов». Москва, «Горный информационно-аналитический бюллетень» 2006г. № 9, с. 253.
2. Хакимов Ш.И. «Оценка развития горных работ на карьере Ташкура и разработка эффективных вариантов транспортной системы», «Горный вестник Узбекистана» 2004 г. № 1 (16), с. 22.
3. Фролова Ю.К. Причины возникновения и перспективы использования техногенных месторождений. – М.: Недра. - 2007г. Горный информационный аналитический бюллетень. С. 24-32.

АНАЛИЗ ИНТЕРЕСОВ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ УЧАСТНИКОВ СИСТЕМЫ «ГОСУДАРСТВО – ИНВЕСТОР» ПРИ ОСВОЕНИИ НЕДР

Сытенков Д.В., директор ЗАО Геоцентр «Минеральные ресурсы», канд. техн. наук

Переход экономики на рыночный характер взаимоотношений обусловил появление нового активно действующего субъекта - инвестора, который потенциально изъявляет готовность на определенных условиях своими финансовыми ресурсами принять участие в решении задач, обозначенных государством. Причем, инвестор и государство заинтересованы в таком сотрудничестве, которое приводит к образованию системы «государство – инвестор». Функционирование этой системы при освоении недр имеет некоторые особенности, связанные с ограниченностью минеральных ресурсов и рядом других природных, социальных и экономических условий осваиваемых месторождений. Эти особенности порождают различие интересов участников системы, а для нахождения баланса между ними к этим интересам необходимо относиться с пониманием. При этом, основа такого понимания заложена в природе происхождения интересов, анализ которой при освоении недр целесообразно начать с баланса минеральных ресурсов.

Составление баланса минеральных ресурсов – одна из нерешенных задач недропользования [1]. Имеющиеся сегодня балансы такого назначения носят главным образом информативные функции, тогда как им целесообразно придать функции нормативного документа. Для этого в законодательном порядке в практику планирования социально-экономического развития отдельных регионов и страны в целом целесообразно ввести разработку государственного баланса воспроизводства и потребления минерально-сырьевых ресурсов. Составление такого баланса позволит оценить состояние и обоснованно выбрать направления использования минеральных ресурсов исходя из государственных интересов (рис. 1).

Определение направлений использования минерально-сырьевых ресурсов и общих интересов государства в недропользовании позволяет приступить к их детализации и формированию приоритетов в освоении месторождений (рис. 2).

Интересы государства в освоении ресурсов недр могут быть сформулированы в виде главной целевой функции: **Преобразование минерально-сырьевых ресурсов в ресурсы социально-технологического назначения.** Именно на преобразовании извлеченного из

недр сырья в новые технологии, образование, здравоохранение, благосостояние населения и т.п. государство концентрирует свои усилия. Поэтому государство, являясь собственником недр, заинтересовано в повышении эффективности такого преобразования, что влечет за собой требование рационального использования минерально-сырьевого потенциала месторождений как в качественном, так и в количественном выражении.

Такое понимание сущности интересов государства в освоении недр способствует правильной расстановке акцентов при изучении происходящих процессов в системе «государство – инвестор». Однако, освоение месторождений характеризуется уникальной сочетаемостью социально-экономических, природно-климатических, политических и рыночных условий. Поэтому, в зависимости от комплекса этих условий главную целевую функцию государства в освоении ресурсов недр следует конкретизировать с определением индивидуальной целевой функции применительно к данному месторождению и региону. При этом, каждой такой индивидуальной целевой функции соответствуют вполне определенные при-



Рис. 1. Схема направлений использования минерально-сырьевых ресурсов месторождений

оритеты государства в освоении месторождений:

- максимизации налоговых поступлений → бюджетная эффективность;
- увеличению экспортного потенциала → сырьевая экспансия внешнего рынка;
- сокращению импорта сырья → сырьевая независимость;
- снижению социально-экономической напряженности → гарантированность постоянных доходов большинству населения региона;
- уменьшению техногенной нагрузки на окружающую среду → экологическая безопасность региона.

При освоении месторождений может присутствовать и, как правило, в той или иной степени присутствует весь перечисленный комплекс интересов. Но, определив приоритеты в освоении ресурсов недр, государство смещает акценты в пользу одной инди-

видуальной целевой функции и одного интереса, имеющего преобладающее значение в конкретном случае, отодвигая другие индивидуальные целевые функции и другие интересы на второй план. Например, обеспечение сырьевой независимости может привести к снижению бюджетной эффективности, а гарантированность постоянных доходов большинству населения региона при снижении социально-экономической напряженности – к увеличению техногенной нагрузки на окружающую среду и также снижению бюджетной эффективности освоения месторождения.

Определение приоритетов в освоении ресурсов недр не должно сказываться на полноте использования ресурсного потенциала месторождений, что отображается через программу реализации выбранного приоритета, одним из элементов которой должен быть выбор инвестиционной политики и природы инвестиций. Такое требование является следствием того, что рассмотренные приоритеты обладают разной инвестиционной привлекательностью.

Так, например, логически обоснованно наибольшую инвестиционную привлекательность будут иметь приоритеты, связанные с максимизацией налоговых поступлений и увеличением экспортного потенциала, а наименьшую – со снижением социально-экономической напряженности и техногенной нагрузки на окружающую среду. При этом, государство для выбора имеет довольно широкий спектр инвестиций, которые могут иметь различную природу происхождения: государственный, иностранный и внутренний частный, личный и социально-ориентированный капитал. Однако, следует отметить, что не только выделенные приоритеты влияют на выбор инвестиционной политики, но и природа инвестиций влияет на эффективность использования ресурсного потенциала месторождений, что связано с различным уровнем минимально приемлемой эффективности использования инвестиционных ресурсов.

Таким образом, формирование государственных интересов в недропользовании позволяет определить направления использования минерально-сырьевых ресурсов и приоритеты при освоении месторождений, в наибольшей мере соответствующие специфическим требованиям, моделям бизнеса, проблемам и возможностям освоения конкретного месторождения. Однако, такое решение является односторонним, поскольку не учитывает интересы другого участника системы «государство – инвестор», а именно интересы инвестора, вкладом которого в

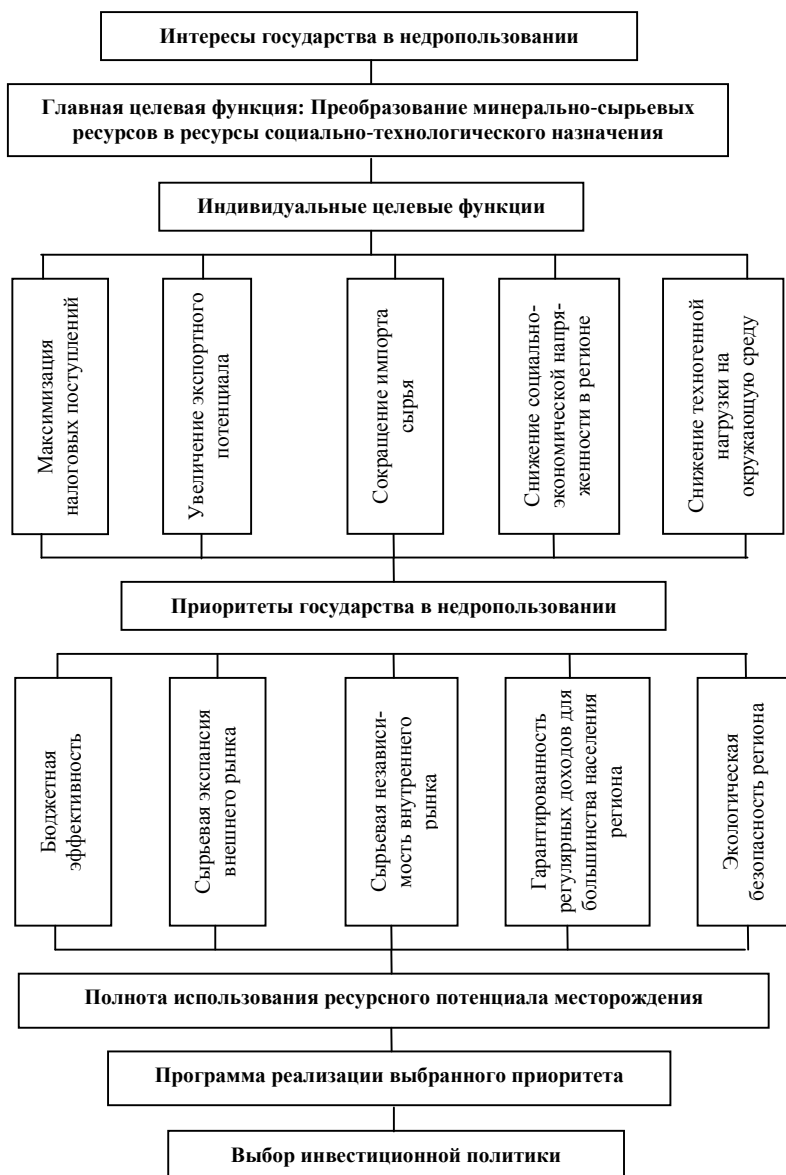


Рис. 2. Схема формирования государственных интересов и приоритетов в недропользовании

освоение месторождений могут быть как финансовые, так и интеллектуальные ресурсы.

Интересы инвестора в недропользовании включают значительно меньший круг вопросов, чем интересы государства. Это связано с тем, что главная целевая функция инвестора представляет собой лишь составную часть главной целевой функции государства и формулируется как «Преобразование минеральных ресурсов в ресурсы финансового назначения» (рис. 3).

Главная целевая функция инвестора может включать несколько индивидуальных целевых функций, отражающих его интересы в конкретном случае. При этом каждой такой индивидуальной целевой функции соответствуют вполне определенные приоритеты инвестора в освоении месторождений:

- повышению эффективности использования инвестиционных ресурсов → увеличение внутренней нормы прибыли и чистого дисконтированного дохода при сокращении срока окупаемости капитальных вложений;
- повышению конкурентоспособности на рынке минерально-сырьевых ресурсов → увеличение рыночной стоимости (капитализации) предприятия и расширение присутствия предприятия на рынке минерально-сырьевых ресурсов;
- поддержанию имиджа социально-ориентированного предприятия → участие в социальных программах региона.

Но в любом случае инвестор - не спонсор, поэтому все его интересы с некоторыми вариациями неизбежно будут направлены на то, чтобы обеспечить требуемую ему доходность предприятия. Любой инвестор всегда будет придерживаться такой линии поведения, которая даже при явных на первый взгляд непроизводительных расходах, в частности, социального направления, в конечном итоге, положительно скажется на доходности предприятия. Естественно, что реализация такой линии поведения потребует разработки соответствующей инвестиционной политики, которая определяла бы условия привлечения инвестиций в освоение конкретного месторождения.

Рассмотренная схема формирования интересов инвестора в недропользовании позволяет сделать вывод о том, что неза-

висимо от специфических требований, моделей бизнеса, проблем и возможностей освоения конкретного месторождения инвестор в своих действиях будет придерживаться главного приоритета – обеспечивать требуемую доходность предприятия с реализацией главной целевой функции по преобразованию минерально-сырьевых ресурсов в ресурсы финансового назначения.

Сравнение схем формирования интересов государства и инвестора в недропользовании позволяет сделать вывод о том, что:

- интересы государства и инвестора совпадают в области экономической эффективности освоения недр, но для инвестора такое совпадение интересов ограничено минимально приемлемым уровнем эффективности использования инвестиционных ресурсов;
- интересы государства и инвестора не совпадают в области полноты использования ресурсного потенциала месторождений, решении социально-



Рис. 3. Схема формирования интересов и приоритетов инвестора в недропользовании

экономических и экологических задач, поскольку снижают эффективность использования инвестиционных ресурсов, однако позволяют государству реализовать приоритетные направления в освоении недр;

- инвестор в силу природы своего происхождения не может допустить снижения эффективности использования своих инвестиционных ресурсов, поэтому его возможности для маневра интересами ограничены минимально приемлемым уровнем доходности от освоения недр;

- государство имеет больше возможностей для маневра своими интересами, поскольку в своей деятельности может допустить ухудшение финансового результата в пользу другого положительного эффекта от освоения недр;

- компромиссные решения между интересами государства и инвестора следует искать по всему спектру интересов государства, но, обеспечив при этом непереносимое условие привлечения инвестиций в освоение месторождений - минимально приемлемый уровень эффективности использования инвестиционных ресурсов.

Таким образом, основным вопросом при построении взаимоотношений в системе «государство – инвестор» является поиск компромиссных решений, дающих уверенность в том, что каждый участник своевременно и в обусловленном объеме получит:

- государство – налоги и уверенность в рациональном использовании ресурсного потенциала месторождений;

- инвестор - прибыль, определяя самостоятельно где, когда и сколько добывать полезного ископаемого.

В качестве примера поиска компромиссного ре-

шения между государством и инвестором могут быть рассмотрены материалы, изложенные в [2], которые базируются на полученных функциональных зависимостях исходных параметров (запасов руды, среднего содержания, капитальных вложений и удельных эксплуатационных расходов) и интегральных показателей (выхода товарной продукции, чистого дисконтированного дохода, бюджетной эффективности и внутренней нормы прибыли) от бортового содержания.

При поиске компромиссных решений нельзя не учитывать тот факт, что минерально-сырьевой комплекс играет определяющую роль в экономике многих государств, которые должны оберегать его от некачественной эксплуатации и иных негативных явлений.

Следовательно, государству необходимо создать такую экономико-правовую среду, в которой инвестору гарантируется невмешательство государства в его хозяйственную деятельность, а государство получает действенные рычаги по защите своей собственности - ресурсов недр. При этом, государство должно ориентировать инвестора на выполнение своих приоритетных направлений в освоении минеральных ресурсов, одновременно определив меры экономико-правового регулирования, обеспечивающие выполнение этих приоритетов инвестором. К мерам экономико-правового регулирования в этом случае могут быть отнесены: поощрение инвесторов за освоение месторождений с бедным содержанием полезных компонентов в сложных горно-геологических и природно-климатических условиях; штрафные санкции, приостановление или прекращение действия лицензии на право добычи полезных ископаемых за нарушение ее условий и т.п.

Список литературы:

1. Панфилов Е.И. Первоочередные задачи совершенствования горного законодательства России. // Недропользование – XXI век. – 2008, № 2. – С.37-43.
2. Коткин В.А. Баланс интересов государства и недропользователя при выборе бортового содержания полезного компонента // Экономика и управление. – 2006, № 5. – с. 57-60.

УДК 622

© Аристов И.И., Лалак А.Г., Чумакин Р.В. 2008 г.

СПОСОБЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ПОЛНОТЫ И КАЧЕСТВА ОТРАБОТКИ РУДНЫХ ТЕЛ НА ЧАРМИТАНСКОМ ЗОЛОТОРУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Аристов И.И., ведущий инженер института «ВНИПИПромтехнологии»; **Лалак А.Г.**, начальник горного отдела НГМК; **Чумакин Р.В.**, начальник горного отдела ЮРУ

Среди многочисленных и сложных горнотехнических проблем по ускоренной реконструкции и развитию рудника «Зармитан», обеспечивающих годо-

вую производительность по добыче руды с 200 тыс. т до 650 тыс. т, и подготовке к освоению новых рудных участков постоянно требуют оперативного

решения вопросы проектной и эксплуатационной оценки полноты и качества отработки рудных тел, представленных на месторождении серией сложных крутопадающих жил в разнообразных условиях залегания. Используемые для сравнительной оценки полноты и качества их отработки относительные показатели потерь, разубоживания руды (в %, %) определяются при разных количествах теряемой руды, засорения разубоживающей породой и неодинаковых исходных балансовых запасах, что затрудняет выбор оптимального варианта систем разработки.

По результатам выполненного научно-производственного обобщения опыта подземной разработки месторождения и сравнительной оценки потерь, разубоживания руды по отработанным блокам при применении систем с магазинированием руды и подэтажных штреков подготовлена новая «Инструкция по нормированию и учету эксплуатационных потерь и разубоживания руды», в которой предусмотрено приведение показателей потерь, разубоживания к единому исходному параметру оценки запасов по рудным телам и определению их значений по удельным нормам технологических прихватов к 1 м рудной мощности (рис. 1-2, табл. 1-5).

1. Геолого-технологическая группировка условий залегания и параметров отработки рудных тел

На месторождении рудные тела представлены 4 типами: жильные мощностью от 0,5-0,8 м до 3-6 м разнообразной формы; линейные минерализованные зоны мощностью от 1-2 м до 15 м; линейные штокверки и структурные залежи сульфидных руд. Для них характерны многочисленные тектонические нарушения, наличие пережимов и ответвлений, сближенность жил, большая изменчивость рудных контуров и неравномерность распределения золота и серебра. Рудные контакты с вмещающими породами определяются по результатам опробования.

Параметры эксплуатационной разведки: бороздовое по горизонтам подготовки из восстающих через 10 м, в очистных камерах при мелкошпуровой отбойке - по сетке 10×10 м, отбойка глубокими скважинами - через 10 м по простиранию, веера - через 10 м. На рис. 1 приведен пример плана опробования рудного тела по горизонту +840 м и разрез по восстающему.

Условия применения на руднике систем разработки: с магазинированием руды и шпуровой отбойке - при мощности рудных тел до 3,0 м; подэтажные штреки при скважинной отбойке - мощность рудных тел от 3,0 до 8,0 м. Отрезная шель проходит на границе камеры и междукamerным целиком. Параметры блоков: длина по простиранию 40-60 м, высота 60 м, ширина - по мощности рудного тела с общей прирезкой 0,5 м. Толщина потолочины - 3-4,0 м, ширина междукamerных

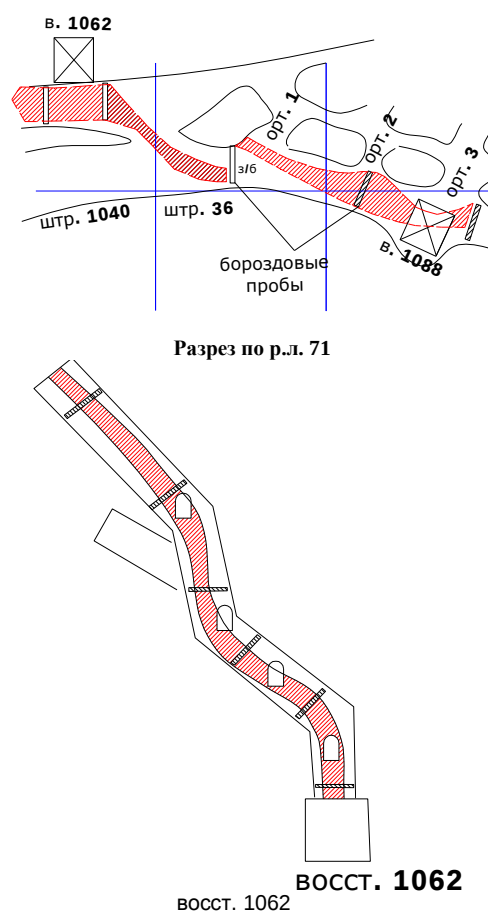


Рис. 1. Пример оконтуривания рудных тел на планах опробования и в разрезах на руднике «Зармитан» (блок № 1062-1088, р.т. 5)

целиков - до 8-9,0 м, расстояние между ортами - заездами 7-8,0 м.

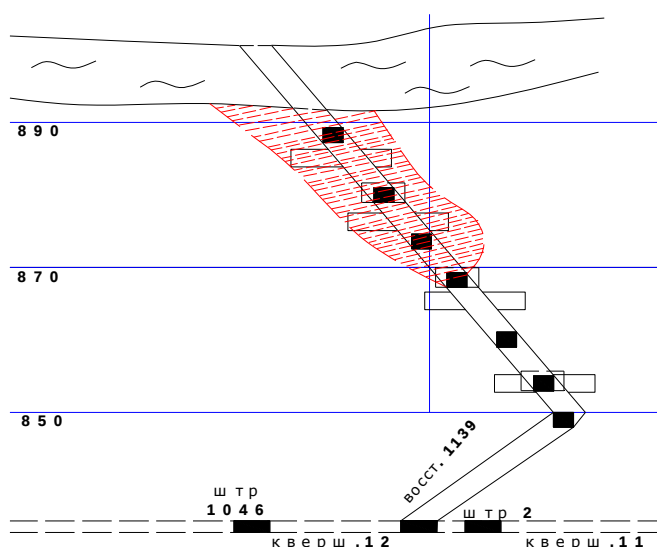


Рис. 2. Выход рудных тел под наносы и неуправляемый выпуск руды при системе подэтажные штреки (блок № 1138-1139, р.т. 7)

Намечаемые новые варианты совершенствования систем разработок: с магазинированием руды – при отбойке горизонтальными параллельными скважинами, пробуриваемые с полка КПВ или из восстающих (КОВ); подэтажные штреки – с щелевой выемкой руды, отбиваемых скважинами, пробуренными с полка, и закладкой подрывом вмещающей породы. При отработке сближенных рудных тел – групповая подготовка блоков наклонными съездами и применение системы подэтажного обрушения с торцовым выпуском руды.

Для сравнительной оценки и обоснованного выбора систем разработок, их вариантов, а также определения проектных, фактических и нормативных потерь, разубоживания руды, обычная оценка природно-геологических условий залегания рудных тел, жил по размерам их мощности, углам падения и протяженности по простиранию, падению недостаточна из-за отсутствия количественной характеристики сложности рудных контуров обрабатываемых жил, рудных тел. Сложность рудных контуров жил, рудных тел в очистных блоках принято оценивать по показателям сложности их висячего и лежащего бока ($L_p^{(x)}$, м), определяемых относительно протяженности по падению или простиранию ($L_{пд}$, (пр), м) по формуле:

$$K_{cl}^{(x)} = \frac{L_p^{(x)}}{L_{пд(пр)}}, \text{ ед.} \quad (1)$$

или оруденения при наличии внутрирудных породных включений ($L_{вк}$, м):

$$K_{cl}^{op} = \frac{0,5 \cdot (L_p^a + L_p^a + L_{вк})}{L_{пд(пр)}}, \text{ ед.} \quad (2)$$

При выборе и сравнительной оценке систем разработок, их вариантов также необходимо учитывать режим выпуска отбитой руды из блоков, определяющий уровень соотношения потерь руды, остающейся невыпущенной из блока и разубоживания добытой руды, находящихся в обратной взаимосвязи: чем больше выпущено руды из блоков, тем меньше потерь при более высоком разубоживании добытой руды. В зависимости от установленного планового и фактически используемого граничного (браковочного) содержания Au при выпуске отбитой руды из блоков выделяются 3 режима выпуска руды: полный балансовой (до бортового содержания), частичный (более бортового, до планового) и неуправляемый по горно-геологическим условиям (рис. 2).

Линейные и качественные параметры рудных тел и очистных блоков для условий рудника сгруппированы по конкретным размерам, их различные повариантные сочетания определяют итоговый уровень потерь руды, металла и разубоживания руды при добыче (табл. 1).

2. Условно-расчетные и фактические горно-технологические причины потерь, разубоживания руды

Разработанная в 1992 г. и применяемая на руднике «Методика определения нормативных показателей потерь, разубоживания руды при отработке

Таблица 1

Геолого-технологическая группировка параметров рудных тел и условий их подземной отработки на руднике Зармитан

Параметры оруденения и выпуска руды из блоков	Условные обозначения и единицы измерения	Группы параметров рудных тел и условий их отработки
Горизонтальная мощность рудного тела	m_p , м	1.1. маломощные, отдельные жилы – до 1,5 м; 1.2. средней мощности (линейные штокверки, сближенные жилы) – 1,5-5,0 м; 1.3. мощные (структурные зоны, крупные штокверки) – более 5,0 м
Простирание рудных тел	$L_{пр}$, м	2.1. короткие – до 30,0 м; 2.2. средние по простиранию – 30-60 м; 2.3. протяженные – более 60 м
Протяженность рудных тел по падению	$L_{пд}$, м	3.1. небольшие – до 10 м; 3.2. средней протяженности – 10-60 м; 3.3. протяженные по падению – более 60 м
Показатель сложности рудных контуров на планах опробования висячего и лежащего бока, оруденения	$K_{cl}^{(x),op}$, ед.	4.1. простые, выдержанные (I тип) – до 1,10; 4.2. сложноструктурные, сближенные рудные тела (II тип) – от 1,10 до 1,30; 4.3. весьма сложные, крупные внутрирудные породные включения (III тип) – более 1,30 (встречаются редко)
Сорта руды по содержанию Au в балансовых запасах	C, г/т	5.1. бедная руда (3 с) – до 4,0 г/т; 5.2. рядовая руда (2 с) – 4,0-9,0 г/т; 5.3. богатая руда (1 с) – более 9,0 г/т
Высота магазинов, камер (блоков)	L_k , м	6.1. небольшой высоты – до 30 м; 6.2. проектная – 50-60 м; 6.3. высокие камеры, блоки – более 60 м
Режимы управления выпуском отбитой руды из блоков	$a_{в}$, г/т	7.1. полный балансовый (проектный, основной) – до 1,5-2,0 г/т; 7.2. частичный (локально-временный) – до 2,5-3,0 г/т; 7.3. неуправляемый по горно-геологическим условиям (при неустойчивых породах, обводненность, крупные разломы, выход на поверхность и др.)

рудных тел системами с магазинированием руды и поэтажных штреков» предусматривает 5 основных причин их образования, в т.ч. 3 подсчетно-геологические, не связанные с технологией и параметрами систем разработок (на участках тектонических нарушений, выклинивания рудных тел и из-за сложности рудного контакта). С учетом утвержденных кондиций подсчета запасов, геологических инструкций и опыта геологов указанные участки относятся к балансовым или забалансовым запасам, но не к потерям балансовой руды, образующимся в процессе производства очистных и подготовительно-нарезных работ. Основная фактическая причина их образования - несовпадение выемочных контуров при отбойке, выемке и выпуске руды с рудными контурами, определенными при оконтуривании балансовых запасов.

Условность и основной недостаток указанной методики состоит также в установлении постоянных коэффициентов потерь руды при погашении временных междублоковых и междуэтажных целиков (50-60% от объема целика) и прирезок разубоживающих пород при отбойке (0,5 м), отслоения пород с висячего и лежащего бока (0,06-0,14 м), на участках тектонических нарушений, выклинивания рудных тел (0,20 м) и зачистке просыпей (0,5%), не зависящих от применяемой системы разработки, ее варианта и сложности рудных контуров. При этом, показатель разубоживания руды определяется во всей отбитой и обрушившейся горнорудной массе, находящейся в блоке, без учета исключения потерь руды в очистном пространстве и режима выпуска руды, что не характеризует нормируемый уровень разубоживания добытой руды.

Общепринятые эксплуатационные причины потерь руды, металла при камерных системах разработки: неотбитые (в массиве) после погашения временных целиков, в стенках очистных и подготовительных выработок и отбитые, остающиеся в очистном пространстве, а также просыпи при погрузке, транспортировке и складировании.

Учитываемые виды (причины) разубоживания руды: при отбойке, вторичное при выпуске от самообрушений и итоговое в добытой товарной руде. В зависимости от показателей сложности висячего и лежащего бока рудных тел проектные размеры прихватов разубоживающих пород, исключая потери неотбитых руд в блоках по вариантам камерных систем разработок, должны приниматься разными (табл. 2).

При уточнении методических принципов определения нормативных и фактических потерь, разубоживания руды в условиях рудника учитывались следующие особенности применяемых систем разработок: 1) ограниченная доступность очистного

Таблица 2

Прирезки разубоживающих пород, исключая потери неотбитых руд в блоках

Показатели сложности рудных контуров висячего и лежащего бока на планах и разрезах $\left(K_{сл} = \frac{L_{в,л}}{L_{пр}} \right)$ ед.	Прихваты разубоживающих пород по 1 контакту с рудой, исключая потери неотбитой руды, м/м	
	Шпуровая отбойка	Скважинная отбойка
до 1,10	0,20	0,25
1,10-1,20	0,25	0,30
1,20-1,30	0,30	0,35
более 1,30	0,35	0,50

пространства для прямых замеров и контроля; 2) образование основных потерь после погашения временных целиков и полного выпуска руды из блоков; 3) оперативное уточнение мощности рудных тел и сложности рудных контуров по данным забойного опробования; 4) возможность управления выпуском руды из блоков по динамичным (браковочным) содержаниям Au в отгружаемой рудной массе; 5) более 20-летний опыт разработки месторождения, наличие большого объема первичной геолого-маркшейдерской и отчетной документации по отработанным блокам.

3. Результаты определения размеров зон и норм технологических прихватов по вариантам систем разработок

При выборе методики нормирования эксплуатационных потерь и разубоживания руды для условий рудника «Зармитан» оценка производилась по 3 ключевым принципам нормирования: научно-техническая и практическая обоснованность, возможность учета изменения исходных параметров и прогрессивность по обеспечению снижения фактических потерь. Этим принципам не полностью соответствует применяемая на рудниках и карьерах типовая и отраслевая методика нормирования и учета потерь, разубоживания руды по относительным показателям, определяемых в %, в связи с постоянными и естественными изменениями по блокам, сравниваемым системам разработки и их вариантам одновременно числителя и знаменателя в формулах:

$$\left(\begin{aligned} P_1 &= \frac{T_p}{B} \cdot 100, \% \\ P_1 &= \frac{B}{D} \cdot 100, \% \end{aligned} \right)$$

Справедливость этого положения подтверждают данные табл. 3, где приведен пример сравнительной оценки систем разработки, их вариантов по относительным показателям потерь, разубоживания руды и результаты их приведения к единому исходному параметру запасов – 1 м рудной мощности. При магазинной системе разработки от балансовых запасов относительные показатели потерь и разубо-

живания руды составили $\Pi_1=7,3\%$ и $P_1=25,8\%$ и при системе подэтажных штреков и отрабатываемых других запасах, соответственно, $\Pi_2=6,7\%$ и $P_2=23,5\%$, которые более низкие по сравнению с магазинной системой. Однако, фактически к 1 м рудной мощности меньшие потери и прихват разубоживающих пород достигается при магазинной

т) и по отдельным источникам приводятся к мощностям теряемой руды (m_r , м/м), прихватам разубоживающей породы (m_b , м/м) и зонам технологических прихватов ($m_{\Delta\phi}$, м/м) по формуле (см. услов. обозначения табл. 3):

$$m_{\Delta\phi} = m_r + m_b \frac{(T_p - T_{HT}) + (B - B_{HT})}{S_p^{en} \cdot g_p}, \text{ м/м} \quad (3)$$

Распределение по вариантам систем базовых разработок размеров зон технологических прихватов на удельные нормы технологических прихватов на теряемую и разубоживающую мощности производится по результатам экономических расчетов ущерба (последствий) от потерь и разубоживания 1 т руды (Y_n , Y_p , руб./т). Определения показателей экономической оптимальности соотношения норм прихватов в зависимости от сорта руды - по формуле:

$$n_3 = \left(\frac{Y_n}{Y_p} \right)^2 = \frac{m_{B_5}^N}{m_{T_6}^N} \quad (4)$$

Результаты сравнительной оценки фактических показателей потерь, разубоживания

руды по отработанным блокам и определения размеров базовых зон технологических прихватов по вариантам систем разработок приведены в табл. 4.

4. Методика оценки полноты и качества отработки запасов по удельным нормам прихватов

Основные недостатки применяемой на руднике условно-расчетной методики и Методических указаний института «Иргиредмет» для золотосодержащей руды - многочисленность причин образования, трудоемкость и сложность расчетов, а также отсутствие экономического обоснования оптимальности показателей потерь и разубоживания руды по вариантам систем разработок, отдельным блокам. Эти недостатки частично устраняются при расчетах по удельным нормам технологических прихватов к рудным мощностям для конкретных условий и параметров блоков, вариантов систем разработок:

- потери руды:

$$\Pi^N = \frac{(m_{T_1}^{HO} + m_r^N + m_{T_1}^{HP})N}{m_p} \cdot 100 = \frac{m_{T_6}^N}{m_p} \cdot 100 \quad (5)$$

- потери металла:

$$\Pi_M^N = \Pi^N \cdot K_T \quad (5')$$

- разубоживание добытой руды:

Таблица 3
Пример сравнительной оценки полноты и качества отработки рудных тел через относительные показатели потерь, разубоживания руды (в %) и удельные мощности теряемой руды и прихваты разубоживающей породы по системам разработки

Показатели и параметры	Единицы измерения, обозначения	Системы разработки	
		с магазинированием руды при мелкошпуровой отбойке (Бл. 1108-1109)	подэтажные штреки при скважинной отбойке (Бл. 1138-1139)
Балансовые запасы руды	т (Б)	5600	25200
Рудная мощность	м (m_r)	2,2	4,2
Объемная плотность руды, породы	м ³ /т (γ_r)	2,60	2,60
Площадь вертикальной проекции запасов	м ² ($S_p^{B.P.}$)	979	2307,7
Количество потерянной руды	т (T_p)	410	1700
Показатель потерь руды	% (Π)	7,3	6,8
Количество разубоживающих пород в добытой руде	т (B)	1800	7200
Добыча товарной руды	т (Д)	6990	30700
Показатель разубоживания руды	% (P)	25,8	23,5
Удельная мощность теряемой руды	м/м (m_r , формула 3)	0,16	0,28
Удельный прихват разубоживающей породы	м/м (m_b , формула 3)	0,707	1,20
Базовая зона технологических прихватов	м/м (m_{Δ})	0,87	1,48

системе разработки ($m_{T_1} = 0,16$ м/м и $m_{B_1} = 0,71$ м/м), тогда как при системе подэтажные штреки $m_{T_2} = 0,28$ м/м и $m_{B_2} = 1,20$ м/м.

Базовые зоны технологических прихватов к 1 м рудных мощностей по указанным системам разработки находятся на уровнях 0,87 м/м и 1,48 м/м, что однозначно и доказательно определяют наиболее высокую эффективность отработки запасов магазинной системы разработки, применяемой в соответствующих геолого-технических условиях.

Указанные выше ключевые принципы нормирования при переходе на определение размеров базовых зон и нормы технологических прихватов к 1 м рудной мощности наиболее полно реализуются путем учета фактических данных по отработанным блокам, в паспортах которых зафиксированы все изменения в процессе добычи. Итоговые данные о добыче, потерях и разубоживании руды по руднику ежемесячно подтверждены товарным опробованием и получением готовой продукции.

Фактические потери и разубоживание руды по отработанным блокам с выделением части от неправильного производства очистных работ (T_{HT} , B_{HT} ,

Таблица 4

Результаты оценки полноты и качества отработки запасов по отработанным блокам и вариантам систем разработки через показатели потерь, разубоживания руды (в %) и размеры зон технологических прихватов (м/м)

Системы разработки, варианты	Рудная мощность от – до , м ср	Выемочная мощность, от – до , м ср	Показатель сложности рудных контуров, ед.	Удельные нормы технологических прихватов по сортам руды, м/м				
				Потери руды		Разубоживание добытой руды		Базовая зона технолог. прихватов, м/м
				Относительный показатель, %	Мощность теряемой руды, м/м	Относительный показатель, %	Прихваты разубож. породы, м/м	
С магазинированием руды при мелкошпуровой отбойке:								
1.1. полный балансовый режим выпуска руды из блоков								
1) маломощные рудные тела, отдельные жилы (до 1,5 м)	1,03-1,55 1,35	1,53-1,88 1,75	1,08	8,5	0,12	28,5	0,46	0,58
2) средней мощности рудные тела (от 1,5 м до 3,0 м)	1,65-2,10 1,90	2,15-2,60 2,36	1,08	7,1	0,15	31,3	0,67	0,82
1.2. частичный режим выпуска руды из блоков:	1,07-2,06 1,48	1,80-2,56 2,05	1,08	15,5	0,24	28,8	0,56	0,80
1.3. неуправляемый режим выпуска руды по горно-геологическим условиям	1,30-2,93 1,86	2,00-4,3 2,78	1,13	18,8	0,37	24,1	0,46	0,83
Подэтажные штреки при скважинной отбойке								
2.1. полный балансовый и частичный режим выпуска руды из блоков	3,00-5,88 4,20	3,40-6,40 4,70	1,11	7,9	0,33	25,3	1,54	1,87
2.2. неуправляемый режим выпуска руды из блоков по горно-геологическим условиям	4,52-6,20 5,30	5,02-6,70 5,90	1,17	8,1	0,43	32,9	2,37	2,80

$$P^N = \frac{m_{вб}^N}{(1 - 0,01 \cdot P^N) \cdot m_p + m_{вб}^N} \cdot 100 \quad (6)$$

- качество отработанных запасов (содержание Au в добытой руде):

$$a = c - 0,01 \cdot P^N (c - v), \text{ г/т} \quad (7)$$

где: $m_t^{\text{но}}$, $m_t^{\text{о}}$, $m_t^{\text{пр}}$, $m_{тб}^N$ - удельные нормы мощностей теряемой руды, соответственно, неотбитые, отбитые в блоке, просыпи при погрузочно-транспортных работах и всего базовые по вариантам систем разработок и сортам руды, м/м;

$m_{вб}^N$ - базовые удельные нормы прихватов разубоживающей породы в добытой руде по вариантам систем разработок и сортам руды, м/м;

$$K_t = \frac{C_t}{C} - \text{коэффициент снижения содержания}$$

Au в теряемой руде (C_t , г/т) из-за чрезмерного разубоживания руды при погашении целиков и выпуске из блоков относительно среднего по блокам, вариантам систем разработок (C , г/т), д.ед. Обычно находится на уровне 0,7-0,8 ед;

v - содержание Au в разубоживающей породе, г/т.

Для применения экономико-технологической методики нормирования и учета потерь, разубоживания руды по удельным нормам технологических прихватов необходимы следующие 7 имеющихся на рудниках исходных данных по блокам: 1) мощность рудного тела, генеральный угол падения и протя-

женность по простиранию и падению; 2) показатель сложности рудных контуров висячего и лежащего бока, наличие внутрирудных породных включений и сближенных жил; 3) сорт руды; 4) система разработки, вариант; 5) установленный режим выпуска руды из блоков; 6) устойчивость вмещающих пород; 7) экономический ущерб (последствия) от потерь и разубоживания 1 т руды, определяющий экономически оптимальное их соотношение по сортам руды. В табл. 5 приведены итоговые размеры временных норм технологических прихватов по вариантам систем разработок и сортам руды, определенные на основании научно-производственного анализа фактических данных по отработанным 27 очистным блокам в условиях рудника «Зармитан».

Таким образом, совместно выполненные институтом «ВНИПИпромтехнологии» и Навоийским ГМК научно-производственные исследования по анализу применяемой на руднике «Зармитан» методики нормирования и учета эксплуатационных потерь, разубоживания руды выявили существенные ее недостатки и необъективность относительных значений этих показателей при сравнительных оценках систем разработки, их вариантов от разных погашаемых балансовых запасов руды. Значительно упрощаются расчеты, повышается достоверность и доказательность принимаемых проектных и оперативных технологических решений при определении показателей потерь и разубоживания руды по удельным нормам технологических прихватов к

Таблица 5

Временные нормы технологических прихватов к 1 м рудной мощности по системам разработки, их вариантам и сортам обрабатываемых запасов руды в условиях рудника «Зармитан»

Системы разработки, их варианты и условия отработки	Типы рудных тел по сложности рудных контуров	Базовые зоны технологических прихватов, м/м	Удельные нормы технологических прихватов по сортам руды, м/м					
			теряемая мощность руды			разубоживающие прихваты в добытой руде		
			бедная руда (3 с)	рядовая руда (2 с)	богатая руда (1 с)	бедная руда (3 с)	рядовая руда (2 с)	богатая руда (1 с)
С магазинированием руды при мелкошпуровой отбойке в устойчивых и среднеустойчивых породах и режиме выпуска руды:								
1.1. Полный балансовый (проектный) при мощности рудных тел:								
а) маломощные, отдельные жилы (до 1,5 м)	I	0,60	0,19	0,13	0,07	0,41	0,47	0,53
	II	0,75	0,23	0,15	0,09	0,52	0,60	0,66
б) средней мощности (более 1,5 м)	I	0,70	0,22	0,15	0,08	0,48	0,55	0,62
	II	0,85	0,27	0,20	0,10	0,58	0,65	0,75
1.2. Частичный до товарного браковочного содержания при мощности рудных тел:								
а) Маломощные, отдельные жилы (до 1,5 м)	I	0,60	0,25	0,18	0,10	0,35	0,42	0,50
	II	0,75	0,30	0,22	0,14	0,45	0,53	0,61
б) Средней мощности (более 1,5 м)	I	0,70	0,28	0,20	0,12	0,42	0,50	0,58
	II	0,85	0,33	0,25	0,15	0,52	0,60	0,70
1.3. Неуправляемый по горно-геологическим условиям (неустойчивые боковые породы, обводненность, сближенные рудные тела, выход на поверхность, негабариты)	I	1,30	0,40	0,28	0,16	0,90	1,02	1,15
	II	1,60	0,50	0,35	0,20	1,10	1,25	1,40
Подэтажные штреки при скважинной отбойке в устойчивых и среднеустойчивых породах и режиме выпуска руды из блоков:								
2.1. Полный балансовый (проектный) при мощности рудных тел:								
а) Средней мощности, отдельные жилы (3-5 м)	I	0,90	0,28	0,20	0,10	0,62	0,70	0,80
	II	1,20	0,38	0,26	0,14	0,82	0,94	1,06
б) Мощные структурные зоны, штокверки (более 5,0 м)	I	1,10	0,30	0,24	0,13	0,80	0,86	0,97
	II	1,60	0,40	0,30	0,18	1,20	1,30	1,42
2.2. Частичный до товарного браковочного содержания при мощности рудных тел:								
а) Средней мощности, отдельные жилы (3-5 м)	I	0,90	0,34	0,25	0,15	0,56	0,65	0,75
	II	1,20	0,42	0,30	0,20	0,78	0,90	1,00
б) Мощные структурные зоны, штокверки (более 5,0 м)	I	1,20	0,38	0,30	0,20	0,78	0,90	1,00
	II	1,80	0,45	0,36	0,25	1,35	1,44	1,55
2.3. Неуправляемый по горно-геологическим условиям	I	2,10	0,60	0,46	0,30	1,50	1,64	1,80
	II	3,10	1,00	0,70	0,40	2,10	2,40	2,70

рудным мощностям, устанавливаемым по фактам отработки рудных тел и технико-экономического

их обоснования для конкретных условий и параметров залегания рудных тел.

УДК 622

© Рахимов В.Р., Бекбаев Г.К., Белевич С.В. 2008 г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Рахимов В.Р., зав. кафедрой «Горное дело» ТашГТУ, академик, докт. техн. наук, профессор; Бекбаев Г.К., директор Самаркандского аэро-геодезического предприятия; Белевич С.В., начальник отдела геодезии Государственного комитета РУз по земельным ресурсам, геодезии, картографии и государственному кадастру

Современное состояние Государственной геодезической сети

Существующая государственная геодезическая сеть (плановая основа) Республики Узбекистан является фрагментом общей ГГС на территории Содружества Независимых Государств (СНГ) и состоит из следующих сетей:

- астрономо-геодезическая сеть (АГС) - разомкнутые полигональные ряды триангуляции 1 класса, ряды триангуляции 2 класса и заполняющая их сеть триангуляции 2 класса;
- геодезические сети сгущения (ГСС) 3 и 4 классов.
- АГС состоит из порядка 4 000 пунктов (на

01.01.2008 г.) и включает в себя:

- полигональные ряды триангуляции 1 класса, построенные в соответствии с «Основными положениями о построении государственной опорной геодезической сети» (1939 г.) и проектом «Положения о государственной геодезической сети» (1948 г.), а также все ранее проложенные триангуляции 1 класса;
- полигональные ряды триангуляции 1 и 2 классов и сети триангуляции 2 класса, построенные в соответствии с «Основными положениями о построении государственной геодезической сети» (1954 и 1961 гг.) и «Инструкцией о построении государственной геодезической сети» (1966 г.).

Геодезические сети сгущения включают в себя около 10 000 пунктов триангуляции 3 и 4 классов, 113 пунктов полигонометрии 3 класса (по состоянию на 01.01.2008 г.) и большого числа пунктов городской полигонометрии 4 класса. Плотность пунктов ГГС 1, 2, 3 и 4 классов (без учета городских сетей) составляет 1 пункт на 32 кв. км. Высоты пунктов ГГС 1, 2, 3 и 4 классов определены из геометрического или тригонометрического нивелирования.

Уравнивание АГС выполнялось поэтапно отдельными блоками (так называемым «нанизыванием») по мере завершения полевых работ.

Современное состояние Государственной высотной сети

Существующая государственная нивелирная сеть (высотная основа) Республики Узбекистан является фрагментом общей нивелирной сети на территории СНГ и состоит из следующих сетей:

- главная высотная основа (ГВО) - линии нивелирования I и II классов;
- линии нивелирования III и IV классов.

ГВО, развитие которой выполнялось в соответствии с программами развития сетей нивелирования I класса (1945-1967 гг.), нивелирования I и II классов (1968-1976 гг., 1977-1990 гг. и 1991-2000 гг.), включает в себя:

- нивелирную сеть I класса протяженностью около 10 000 км, состоящую из 23 полигонов со средним периметром 935 км;
- нивелирную сеть II класса протяженностью около 9 000 км, состоящую из 61 полигона со средним периметром 653 км.

Линии нивелирования III и IV классов являются сгущением нивелирной сети вышестоящих классов.

Концепция развития ГГС Узбекистана на современном этапе

С проблемой реконструкции и развития ГГС с помощью новейших спутниковых технологий и на этой основе установлением новой СК столкнулись многие страны как входящие в СНГ, так и далеко зарубежья. Изучение подходов к решению дан-

ной проблемы в других странах [1] весьма полезно: во-первых, на основе анализа можно установить особенности, присущие только Республике Узбекистан, и еще на этапе создания концепции и проектов развития сетей избежать или хотя бы уменьшить влияние возможных методических погрешностей.

При разработке концепции и проекта реконструкции и развития ГГС учтены также рекомендации международных геодезических организаций, таких как, IGS (International GPS Service for Geodynamics) - Международная служба GPS для геодинамики, IERS (International Earth Rotation Service) - Международная служба вращения Земли и EUREF (IAG Sub commission for Europe) - Подкомиссия МАГ для Европы, по созданию современных геодезических сетей [2].

Приведем основные положения концепции развития ГГС, разработанные авторами при участии специалистов Госкомземгеодезкадастра.

1. Основная цель концепции состоит в формулировании требований к новой высокоточной государственной системе геодезического обеспечения территории страны в интересах ее экономики, науки и безопасности.

2. В качестве поверхности относимости национальной СК использовать эллипсоид Красовского. Такой подход согласуется с рекомендациями Ташкентской встречи руководителей геодезических служб стран СНГ в 1992 г. о сохранении единого геодезического и картографического пространства на территории стран СНГ. Вместе с тем, вопрос принятия того или иного эллипсоида для своей территории является исключительно прерогативой Правительства Республики Узбекистан.

3. Создать на территории страны высокоточную трехзвенную сеть-носитель системы координат, которая по своим параметрам будет соответствовать ФАГС, ВГС и СГС-1 ГГС РФ.

4. Координаты и высота центрального пункта будут выполнять функцию исходных геодезических дат для Республики Узбекистан. Учитывая мнение, высказанное в пункте 2 данной концепции, исходные даты должны быть взяты готовыми из каталога координат пунктов в СК-95. Центральный пункт желательно привязать к пунктам сети IGS станций, находящихся на территориях стран ближнего зарубежья и получать его координаты в СК ITRFxx (xx - год модификации).

5. СГС-0 и СГС-1 (и СГС-2, при необходимости развития её в спец. сетях) создавать относительно методом спутниковой геодезии (ОМСГ).

6. Выполнить анализ состояния существующих сетей по отдельным регионам Узбекистана. Установить точностные соотношения, определяющие взаимное положение пунктов разных классов и на этой основе составить конкретные

проекты по реконструкции и модернизации сетей на отдельных участках страны с таким расчетом, чтобы обеспечить картографирование территории республики вплоть до масштаба 1:2000, а в экономически развитых районах - 1:1000.

7. Учитывая, что основным методом развития и реконструкции сетей будут спутниковые технологии, организовать учебные центры при Госкомземгеодезкадастре для изучения и практического использования спутниковых приборов и методик.

8. Существующие нивелирные и гравиметрические сети 1 и 2 классов являются основой для создания высотных сетей сгущения, которые развиваются, главным образом, с помощью спутниковых наблюдений. Как известно, с помощью последних определяются геодезические высоты. Для перехода к нормальным высотам необходимо более детальное изучение фигуры квазигеоида на территории Узбекистана, для чего следует разработать специальный проект по расширению и реконструкции гравиметрических сетей.

9. Выбрать систему координат и способ уравнивания измеренных величин, как отдельно спутниковых сетей, так и их возможных комбинаций с наземными сетями.

Проект реконструкции ГГС

Прежде чем приступить к разработке проекта реконструкции ГГС, рассмотрим вопросы установления системы координат (СК) в пределах отдельной страны, в частности Республики Узбекистан, и её связи с другими СК, международными и СК соседних стран.

Многие референсные эллипсоиды и связанные с ними системы координат используются не только из-за их традиционности, но и потому, что могут оказаться более удобными, чем общеземные системы при предоставлении реальной фигуры Земли в пределах ограниченных территорий [3].

Референсный (отсчетный) эллипсоид является необходимым элементом в системе криволинейных геодезических координат, принятой для обработки геодезических измерений в данной стране. В СССР и в настоящее время в РФ в качестве референс - эллипсоида используется эллипсоид Красовского. На его поверхности велась обработка геодезических сетей, его параметры (большая полуось, сжатие) входят в состав математической основы при создании картографической продукции. Основная масса геодезической и картографической информации, использующейся в настоящее время в Узбекистане, каталоги, карты различных масштабов, привязаны к эллипсоиду Красовского.

На наш взгляд, представляется, что на данном этапе следует сохранить прежний референс-эллипсоид как для обработки геодезических сетей, так и, особенно, для преемственности при создании и использовании картографической продук-

ции, инженерных съемок и т.д. Вместе с тем, необходимо хорошо проработать (теоретически и практически) вопросы связи с другими системами координат. Прежде всего, это относится к системе WGS-84, которая широко используется (наряду с ПЗ-90) при спутниковых определениях.

При формировании системы координат недостаточно задать параметры выбранного отсчетного эллипсоида, необходимо также ориентировать его определенным образом в теле Земли. Фиксируют ориентировку исходными геодезическими датами (ИГД), или элементами внутреннего ориентирования.

В настоящее время задание ИГД не является актуальным, поскольку параметры общеземного эллипсоида определяют по наблюдениям ИСЗ, а ориентируют с наилучшим глобальным приближением к Земле. Тем самым, в принципе, открывается возможность установления таких систем, которые практически совпадают с общеземной.

Вместе с тем, будет полезно выделить такой начальный пункт (желательно ближе к центру сети), который входил бы в состав всех видов высокоточных сетей (IGS, РГП, СГС-0, СГС-1, АГС). Этот же пункт будет использоваться при установлении связей с другими системами координат.

Практическое использование спутниковых технологий координатных определений, решение задач геодинамики в глобальном масштабе, участие Узбекистана в различных международных геодезических проектах и программах требуют, чтобы координаты опорных пунктов ГГС, помимо государственной референсной СК, были также определены в общеземной геоцентрической системе координат, либо приведены к ней [4].

Поэтому, на территории Республики Узбекистан предлагается принять две системы координат: общеземную - WGS-84 и референсную - СК-95.

Современные системы отсчета координат и высот Республики Узбекистан

В настоящее время в ГГС Республики Узбекистан действуют следующие системы отсчета:

- координат – система геодезических координат 1942 г. (СК-42);
- высот – Балтийская система нормальных высот 1977 г.;

Система геодезических координат 1942 г. образована в результате уравнивания 87-ми полигонов 1-го класса (1946 г.).

Началом отсчета Балтийской системы высот является нуль Кронштадтского футштока.

Пункты АГС (пункты 1 и 2 классов) также имеют координаты в системе геодезических координат 1995 г. (СК-95 - на территории Республики Узбекистан не является государственной и может использоваться только для выполнения специальных работ).

СК-95 получена в результате заключительного переуравнивания общей АГС СНГ. В качестве исходных для переуравнивания были использованы координаты пунктов, полученные из совместного уравнивания трех независимых геодезических построений – АГС, космической геодезической сети (КГС) и доплеровской геодезической сети (ДГС). Полученная совмещенная геодезическая сеть состоит из 134 пунктов, расположенных по всей территории СНГ, со средними расстояниями между смежными пунктами 400-500 км. Исходными данными СК-95 являются:

- референц-эллипсоид Красовского – большая полуось 6378245 м, сжатие 1:298,3;
- координатные оси СК-95 строго параллельны осям общеземной системы координат ПЗ-90 (Параметры Земли 1990 г.);
- начало координат СК-95 совпадает с началом координат СК-42 (п. Пулково).

Построение государственной спутниковой геодезической сети

Государственная спутниковая геодезическая сеть (ГСГС) Республики Узбекистан по своей структуре формируется по принципу перехода от общего к частному и создается с использованием спутниковых радионавигационных систем NAVSTAR GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия), а также других методов космической геодезии. Она включает в себя:

- систему референчных геодезических пунктов (РГП);
- спутниковую геодезическую сеть 0-го класса (ГСГС-0);
- спутниковую геодезическую сеть 1-го класса (ГСГС-1).

Положение пунктов ГСГС определяется в двух системах координат – общеземной и референчной. Между обеими системами устанавливается связь, определяемая параметрами взаимного перехода.

В качестве общеземной системы координат принимается пространственная общеземная система координат ITRF (IERS Terrestrial Reference Frame Земная референчная система координат), являющаяся реализацией системы координат WGS-84 (WGS-84 World Geodetic System, 1984 year – общеземная система координат) на определенную эпоху. Порядок введения общеземной системы координат на территории Республики Узбекистан будет определен соответствующими нормативными актами.

Положение пунктов ГСГС задается следующими координатами:

- пространственные прямоугольные координаты X, Y, Z (в общеземной системе координат);
- геодезические (эллипсоидальные) координаты B, L, H (в референчной системе);

- плоские прямоугольные координаты x и y в проекции Гаусса-Крюгера в шестиградусной зоне;
- нормальные высоты (в Балтийской системе высот 1977 г.).

Для всех пунктов ГСГС будут определены геодезические (эллипсоидальные) и нормальные высоты.

Геодезическая высота пунктов ГСГС определяется непосредственно из спутниковых измерений или как сумма нормальной высоты и высоты квазигеоида над отсчетным эллипсоидом.

Нормальные высоты пунктов ГСГС определяются относительно нивелирных реперов методом геометрического нивелирования.

Система референчных геодезических пунктов

РГП по режиму работы подразделяются на постоянно действующие (активные) и периодически определяемые (пассивные) пункты.

Система РГП Республики Узбекистан, состоящая из 4 пунктов, предназначена для закрепления пространственной общеземной системы координат ITRF непосредственно на ее территории. Она является исходной основой для развития геодезических сетей последующих классов и поддержания их на необходимом уровне точности. Сеть представляет собой пространственное построение со средними расстояниями между смежными пунктами 500-800 км. Размещение РГП выполнено с учетом требования равномерного распределения по всей территории республики и максимальной реализации возложенных на нее функций.

Исходными пунктами для системы РГП являются постоянно действующие пункты глобальных спутниковых сетей (например, IGS - International GPS Service - Международная GPS-служба), в том числе расположенные на территории Республики Узбекистан (пункт Китаб института астрономии АН РУз).

Каждый РГП связан непосредственными измерениями не менее чем с тремя исходными пунктами и со всеми смежными РГП на территории Республики Узбекистан.

Пространственное положение РГП определяется в общеземной системе координат относительно центра масс Земли с наивысшей достижимой точностью, обеспечиваемой применением современных приборов и методов измерений.

Средняя квадратическая погрешность взаимного положения любых РГП должна быть не более 2 см по горизонтальным составляющим координат и 3 см по высотной составляющей с учетом скоростей их изменения во времени.

Система РГП обеспечивается связью с существующей АГС со среднеквадратической погрешностью не более 2 см по каждой плановой координате

и государственной нивелирной сетью I или II классов методом высокоточного нивелирования и в ближайшее время будет обеспечена связью с существующей гравиметрической сетью. На всех РГП будут определены абсолютные и относительные значения ускорений силы тяжести по программе определения фундаментальных гравиметрических пунктов.

Спутниковая геодезическая сеть 0 класса

СГС-0 предназначена для распространения общеземной системы координат на всю территорию республики и определения параметров перехода между общеземной и референцными системами координат. СГС-0, наряду с РГП, служит исходной основой для развития геодезических сетей последующих классов.

Она представляет собой опирающееся на РГП пространственное геодезическое построение, состоящее из 15 пунктов, равномерно распределенных по территории страны, со средними расстояниями между ними 100-300 км. Каждый пункт СГС-0 связан одновременными измерениями со всеми смежными пунктами СГС-0 и не менее чем с двумя РГП, обеспечен связью с существующей АГС и государственной нивелирной сетью I или II классов методом высокоточного нивелирования.

СГС-0 будет обеспечена связью с существующей гравиметрической сетью.

Спутниковая геодезическая сеть 1 класса

Построение СГС-1 - это работа ближайшего будущего. Она предназначена для обеспечения оптимальных условий применения спутниковых средств измерений и максимальной реализации их возможностей и представляет собой геодезическое построение, состоящее из системы удобных и легко доступных для практического использования пунктов.

СГС-1 будет строиться отдельными фрагментами, включающими в себя все пункты СГС-0 и РГП, находящиеся в пределах создаваемого фрагмента. Очередность построения фрагментов СГС-1 и их границы определяются экономическими, хозяйственными и производственными потребностями регионов.

В СГС-1 включаются также окружающие фрагменты пункты СГС-0 и РГП, удаленные от

ближайшего к ним пункта СГС-1 создаваемого фрагмента на расстояние не более трети расстояния между ближайшими смежными пунктами СГС-0.

СГС-1 обеспечивается связью с существующей АГС и государственной нивелирной сетью I или II классов через совмещение части ее пунктов с пунктами АГС и нивелирными реперами или привязки к ним. Количество совмещенных или привязанных пунктов СГС-1 должно быть достаточным для определения параметров взаимного перехода между СК-42 и общеземной системой координат.

Пункты СГС-1 привязываются к ближайшим пунктам АГС со среднеквадратической погрешностью не более 2 см по каждой плановой координате и к ближайшим реперам государственной нивелирной сети I или II классов методом высокоточного нивелирования.

Астрономо-геодезическая сеть и геодезические сети сгущения

Существующие АГС и ГСС (1, 2, 3 и 4 классов) в новой структуре ГГС являются геодезическими сетями сгущения, обеспечивающими необходимую плотность пунктов для выполнения картографических, инженерных и других видов геодезических работ. Наблюдения на пунктах указанных сетей не производятся, однако, дополнительное сгущение или повторное определение пунктов существующей АГС и ГСС может выполняться в определенных случаях.

Для повторного определения пунктов АГС и ГСС используются относительные методы спутниковых определений, обеспечивающие среднеквадратическую погрешность определения взаимного положения смежных пунктов не более 3-5 см, или традиционные геодезические методы в соответствии с действующими инструкциями.

Выводы:

В настоящее время проект реализации концепции развития ГГС Республики Узбекистан находится в работе. Построены РГП и пункты СГС-0. Выполнены 3 цикла высокоточных спутниковых измерений и их предварительная обработка. Осуществлена привязка к высокоточной нивелирной сети. Идет подготовка к окончательному уравниванию наблюдений в сети РГП и СГС-0.

Список литературы:

1. Бровар Б.В., Демьянов Г.В., Зубинский В.И., Макаренко Н.Л., Плешаков И.Я. Состояние и перспективы развития системы геодезического обеспечения страны в условиях перехода на спутниковые методы // Геодезия и картография. - 1999, №1. - С. 29-33.
2. Augath W., Manning J. Unification of regional reference systems: [pap]. IERS Mission, present and future: Rept 1996 IERS Workshop, Paris, 1996/ IERS Techn. note. 1997. №22. 27-29.
3. Использование за рубежом глобальных спутниковых систем для создания и развития координатной основы: Обзорная информация. - М.: ЦНИИГАиК. - 1998. - 40 с.
4. Макаренко Н.Л., Демьянов Г.В., Зубинский В.И., Кафтан В.И., Майоров А.Н. Системы координат спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС // Геодезия и картография. - 2000, №6. - С.16-22

СЕЙСМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ТЕРРИТОРИИ НГМК И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАРЬЕРА МУРУНТАУ

Лукишов Б.Г., начальник лаборатории №12 ВНИПИПромтехнологии, канд. физ.-мат. наук; **Тер-Семенов А.А.**, старший научный сотрудник ВНИПИПромтехнологии; **Федянин А.С.**, начальник геомеханического бюро карьера Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК, канд. техн. наук

Разработка сложно-структурного месторождения, такого как Мурунтау, требует оперативного выявления потенциально опасных зон во вмещающем массиве при постоянном мониторинге происходящих геомеханических и геодинамических процессов. Реальный массив горных пород в пределах рудного тела и его ближайшего окружения всегда ослаблен дизъюнктивами, т.е. не обладает свойствами изотропности и упругости и представляет собой совокупность вложенных друг в друга блоков различных форм и размеров. В свою очередь блоки обладают различными физико-механическими свойствами, большим разнообразием условий на контактах между поверхностями и, по этой причине, избирательно реагируют на различные динамические воздействия. Состояние вмещающего массива горных пород постоянно изменяется из-за тектонической подвижности породных блоков, снижения физико-механических свойств шовных материалов и самих блоков и, вследствие интенсивных сейсмических воздействий техногенного и естественного происхождения.

Опыт и экспериментальные данные, накопленные в последние десятилетия (исследования ВНИМИ, ИГД СО РАН, ИГФ СО РАН, ГИИ КНЦ РАН, ИГД УрО РАН, ГИ УрО РАН, ИФЗ РАН, УкрНИИ НАНУ, ИС АН РУз и др.), убедительно свидетельствуют о том, что геодинамические «климат и погода» конкретных месторождений полезных ископаемых определяются как глобальными геофизическими ритмами, так и региональными или локальными геомеханическими процессами, связанными непосредственно с добычей полезных ископаемых.

Как отмечается в работах узбекских сейсмологов, с точки зрения исследования сейсмичности Туранская плита, занимающая обширную территорию в западной части Средней Азии, является уникальным объектом. Здесь интенсивно развиваются нефтегазовая и горнодобывающая промышленность, возводятся крупные перерабатывающие предприятия, ведется интенсивное градостроительство.

Новым направлением в комплексе исследований, способствующих повышению безопасности и эффективности открытых горных работ, становится

сейсмический и микросейсмический мониторинг. Накоплен положительный опыт использования микросейсмического мониторинга в качестве метода контроля устойчивости бортов карьеров, основанного на представительной регистрации сейсмических колебаний от небольших актов хрупкого разрушения во вмещающем породном массиве. Достоинство данных методов заключается в непрерывности проведения наблюдений и в возможности оперативного получения результатов.

Микросейсмические проявления местного происхождения являются весьма чувствительной и информативной характеристикой деформационных и других процессов, развивающихся в структурно-неоднородной геофизической среде. Изменения в структуре среды, в характере деформирования структурных блоков, их взаимного перемещения под влиянием естественных и техногенных факторов существенно влияют на параметры порождаемых микроколебаний среды. В этой связи микросейсмический фон следует рассматривать в качестве одного из основных индикаторов аномального поведения реальной геофизической среды, а применяемый метод считать основным при организации контроля состояния локальных участков земной коры.

Мониторинг устойчивости бортов карьера осуществляется измерением сейсмических колебаний горных пород, слагающих борта карьера. Регистрация сейсмических сигналов проводится в автоматическом режиме. Автономные комплексы для сейсмического мониторинга базируются на современном цифровом 24-разрядном регистраторе сейсмических колебаний (РСС) «Дельта-Геон-02», предназначенном для организации систематических полевых и непрерывных стационарных сейсмологических исследований тектонического строения и сейсмической активности геологической среды. В сейсмических пунктах наблюдения устанавливается по три сейсмографа типа СМ-3 для регистрации вертикальной, горизонтальной (радиальной) и тангенциальной составляющих компонент волнового поля движения бортов карьера. На рис. 1 представлены типичные сейсмограммы массового взрыва на карьере 20.03.2008 г. и спектры сигналов по трем компонентам.

Диагностика механического состояния геологической среды, ее отдельных блочных участков, а также выявление изменений механических свойств массива проводится на основе режимных наблюдений за характеристиками микросейсмических колебаний этой среды.

Периодические изменения динамики деформирования структурно неоднородной среды влекут за собой изменения ее характеристик как механической колебательной системы, что находит свое отражение в характеристиках микросейсмических колебаний и, прежде всего, в их спектральном составе.

На сейсмограммах можно выделить различные участки, соответствующие нестационарному и квазистационарному сейсмошуму, сейсмическому воздействию массовых взрывов на карьерах и отдельных явлений импульсного характера, вероятно связанных с физико-механическими процессами во

вмещающем массиве горных пород, а также сигналы от естественных землетрясений.

Сейсмические волны, возникающие при техногенных и естественных воздействиях, существенно снижают несущую способность элементов горных пород вмещающего массива. Исследования амплитудно-частотных спектров сейсмических волн позволяют определить оптимальные параметры буровзрывных работ, по-новому организовать разработку и профилактические мероприятия по снижению сейсмического воздействия на элементы карьера.

Полученные в процессе обработки результаты (скорости колебаний и их спектры) позволяют оценивать как движение бортов карьера, так и их структурные особенности, влияющие на устойчивость. Низкочастотная часть сигнала, по-видимому, связана с механическими свойствами и размерами

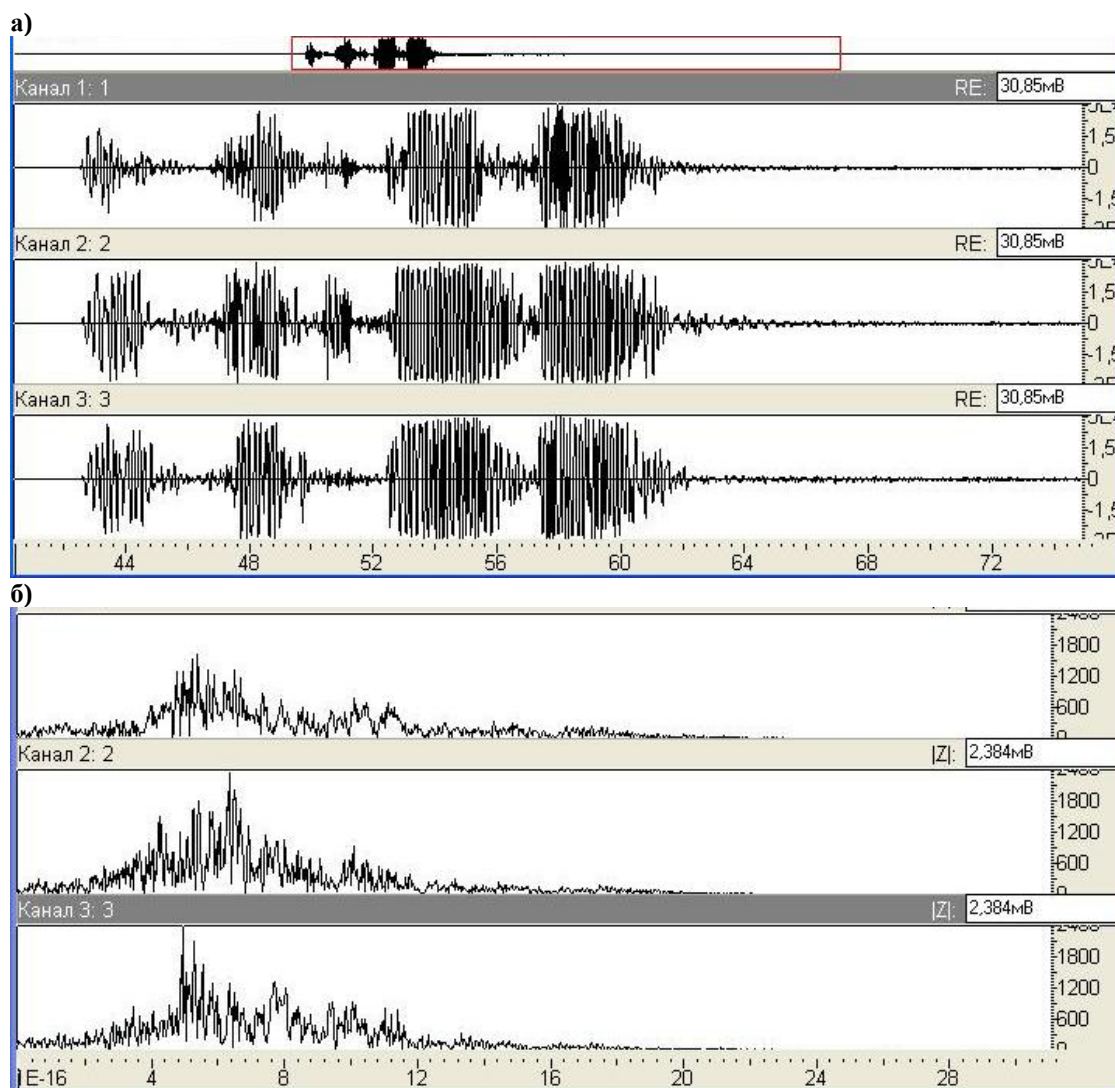


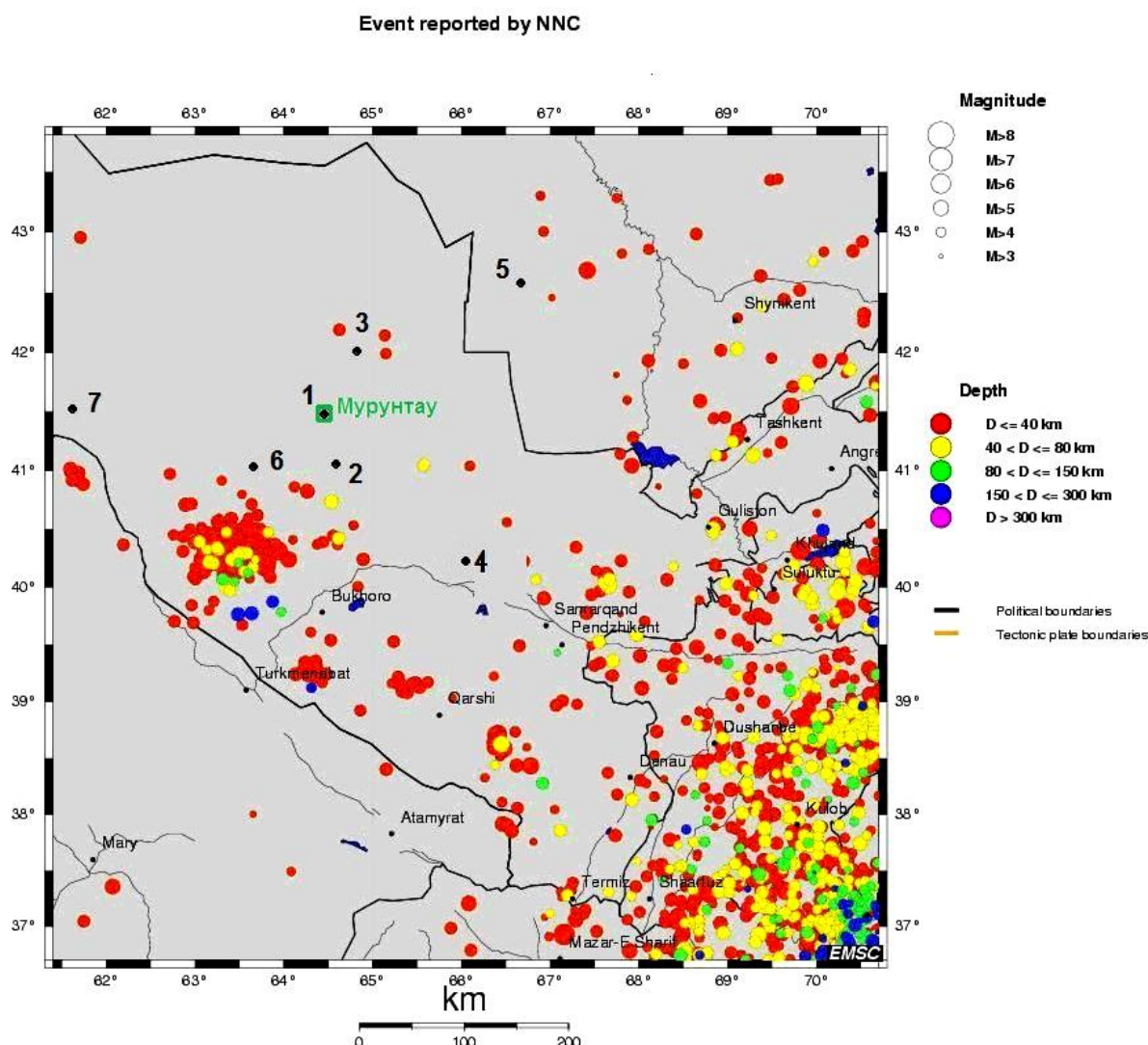
Рис. 1. Типичные сейсмограммы (а, б) массового взрыва на карьере Мурунтау и спектры сигналов по трем компонентам

блоков слагающих борт карьера горных пород. Можно оценить характерный размер блочной структуры на бортах карьера и выделить отдельные блоки.

По динамике изменений размеров этих блоков и интенсивности их колебаний (и степени затухания колебаний) в дальнейшем можно судить об изменениях в механической структуре бортов карьера и

степени их механической устойчивости.

На основании этих исследований также подтверждена возможность использования параметров сейсмической активности (число событий за определенный период времени, фоновый уровень сейсмической активности за аналогичный период, их соотношение) в качестве прогностического признака, свидетельствующего о формировании опасной



1. 12.01.2008 г. в карьере проводились массовые взрывы. В ночь на 13.01.2008 г. (в 4 час 35 мин МВ) на сейсмостанции установленной на северном борту было зарегистрировано землетрясение в районе карьера, имеющее преимущественно вертикальную амплитуду колебаний;
2. 19.01.2008г. (через 5 ч после проведения массового взрыва) произошло сейсмическое событие с магнитудой $M=3.0$ в 40 км Южнее карьера «Мурунтау» (зарегистрировано в каталоге ИС АН РУз).;
3. 11.03.2008 г. произошло землетрясение с $M=3.0$ в районе Тамдыбулака в 50 км Северо-Восточнее г. Зарафшана;
4. 19.04.2008 г. в 06:17:40 (МВ) землетрясение с магнитудой $M=3.8$ (60-65 км Северо-Восточнее г. Навои). Расчетная интенсивность в эпицентре около 6 баллов по MSK-64, в отдельных районах г. Навои 3-4 балла MSK-64;
5. 23.04.2008 г. землетрясение в Чимкентской области с магнитудой $M=3.6$;
6. 11.05.2008 г. в 03:13:06 (МВ) землетрясение с магнитудой $M=4.1$ в 30 км Севернее Джангельды (в горах Ауминзатау, Сарыктау);
7. 21.06.2008 г. землетрясение с магнитудой $M=3.2$ в районе Ургенча (в 66 км Восточнее г. Ургенча и примерно в 250 км западнее карьера).

Рис. 2. Эпицентры сейсмических событий (черные точки и цифры) на карте сейсмичности территории

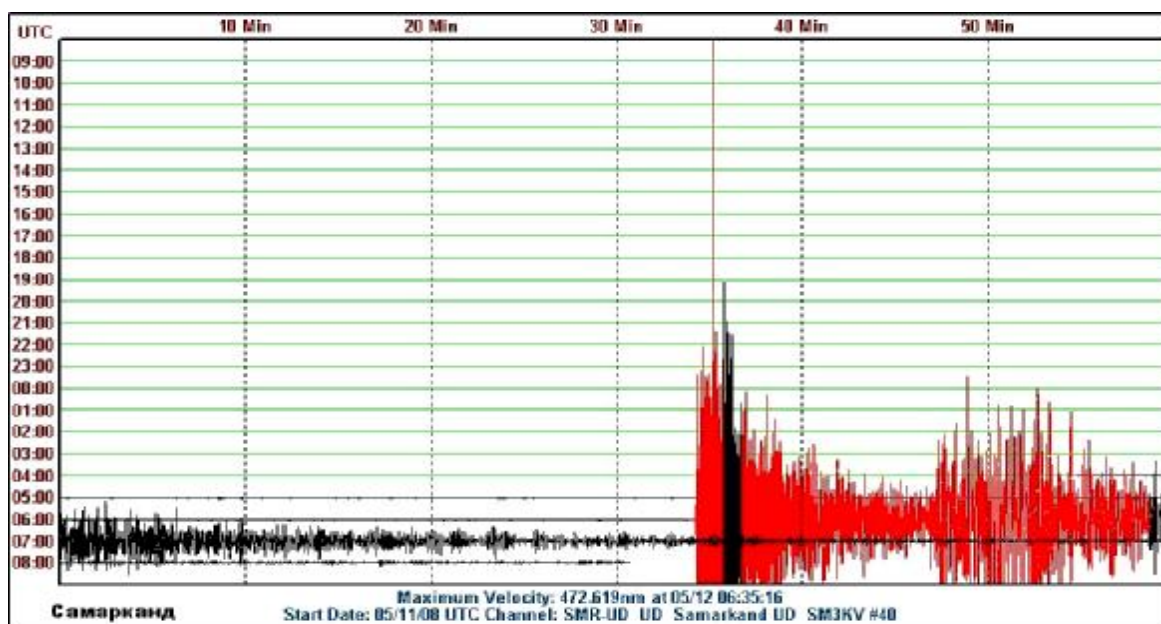


Рис. 3. Сейсмограмма землетрясения на территории Китая, зарегистрированная на сеймостанции ИС АН РУз в г. Самарканд

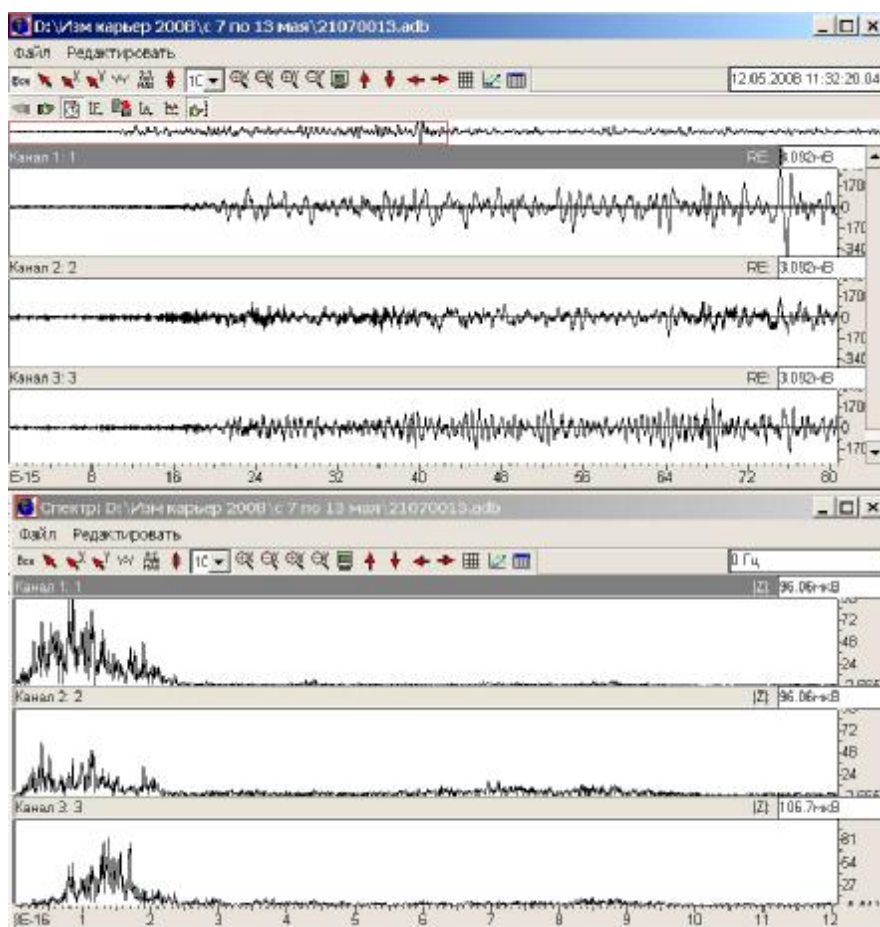


Рис. 4. Регистрация на борту карьера землетрясения на территории Китая 12.05.2008 г. с магнитудой $M=7.8$ и его спектр. [Seismogram in Samarkand station](#)

ситуации, нарушениях сплошности массива и формировании зон повышенного трещинообразования.

В настоящее время появилась возможность отслеживать сейсмический режим региона на основе оперативной информации и каталогов мировых сейсмических сетей, таких как американская (USGS), европейская (EMSC), казахская (NNC) и развиваемая сейсмическая сеть Узбекистана (ИС АН РУз). По данным анализа каталогов USGS USA с 2006 г. наблюдалось существенное увеличение числа сейсмических событий с магнитудой более 3 в контролируемой зоне радиусом 400-500 км от карьера. Это происходит на фоне общего подъема сейсмической активности на земном шаре.

Контроль интенсивности и количества сейсмических событий ведется в регионе и непосредственно в зоне карьера «Мурунтау». Основные сейсмические события, произошедшие с начала текущего года в зоне радиусом до 500 км от карьера Мурунтау представлены ниже по тексту и на рис. 2.

Первые три из ряда, приведенных сейсмических событий, с большой долей вероятности могут быть связаны с проведением массовых взрывов на карьере «Му-

рунтау». Это означает, что в сейсмический режим региона начинают вносить свою лепту геодинамические процессы, возникающие в ходе отработки месторождения Мурунтау.

Из внешних для региона землетрясений необходимо, прежде всего, отметить сильнейшее за последнее время землетрясение в Китае 12.05.2008 г. с магнитудой $M=7,8-7,9$. За первую неделю после основного толчка здесь было еще около 80 сейсмособытий, а за полтора месяца свыше 150-ти с магнитудами $M=4-5$. И это при том, что по карте региональной сейсмичности в данном регионе землетрясения с $M=5$ должны происходить не чаще одного в год.

Приведем здесь дополнительно информацию о землетрясении в Китае, зарегистрированном также сейсмостанциями национальной сети РУз (с/ст. в г.г. Фергана, Наманган, Ташкент и Самарканд) примерно в 11:35 местного времени 12.05.2008 г. Интересно, что наибольший по амплитуде сигнал, представленный на рис. 3 ниже, зарегистрировала самая дальняя из сейсмостанций Узбекистана (Самаркандская). От г. Самарканда расстояние составляет более 3600 км. Обращает на себя внимание большая длительность сигнала. По сейсмограмме длительность сигнала составила более 1 часа 25 мин. Максимальная амплитуда сигнала землетрясения, полученного на сейсмостанции на борту карьера (рис. 4), составила около 10% от максимума амплитуд, возникающих при массовых взрывах на карьере.

В тоже время суммарная доля энергии, приносимая землетрясением в окружающий массив, и

идущая в основном на его разрушение, значительно больше, чем при массовом взрыве, поскольку длительность сигнала при взрывах составляет всего 25-30 сек (см. рис. 1).

Следует отметить, что землетрясение в Восточном Сы Чуане 12.05.2008 г. является одним из крупнейших в мире за последние годы, а по количеству последующих сейсмических толчков с магнитудами 4.5-5.0, которые продолжаются вот уже более двух месяцев, просто уникальным.

Интересным представляется рассмотреть данные по последнему землетрясению с магнитудой $M=5,0$ в Восточном Узбекистане в районе г. Коканд (см. рис. 5), произошедшему 24.06.2008 г. в 23 час 26 мин 47 сек по местному времени (на расстоянии около 550 км Юго-Восточнее Мурунтау).

По выделившейся энергии это землетрясение примерно в 2700 раз слабее выше показанного землетрясения в Китае 12.05.2008 г. с магнитудой $M=7,9$. Длительность сигнала значительно меньше, около 25 мин. На сейсмостанции на карьере Мурунтау (см. рис. 6) максимальные значения амплитуд горизонтальных колебаний выше вертикальных в отличие от данных по землетрясению в Китае (см. рис. 4), где преобладали вертикальные колебания. Очевидна избирательность динамического воздействия этих событий на данный участок борта карьера.

Разные уровни начальной структурной организации среды отвечают за формирование соответствующих деформационных структурных форм. С наличием структурных неоднородностей связана концентрация напряжений, а релаксация этих кон-

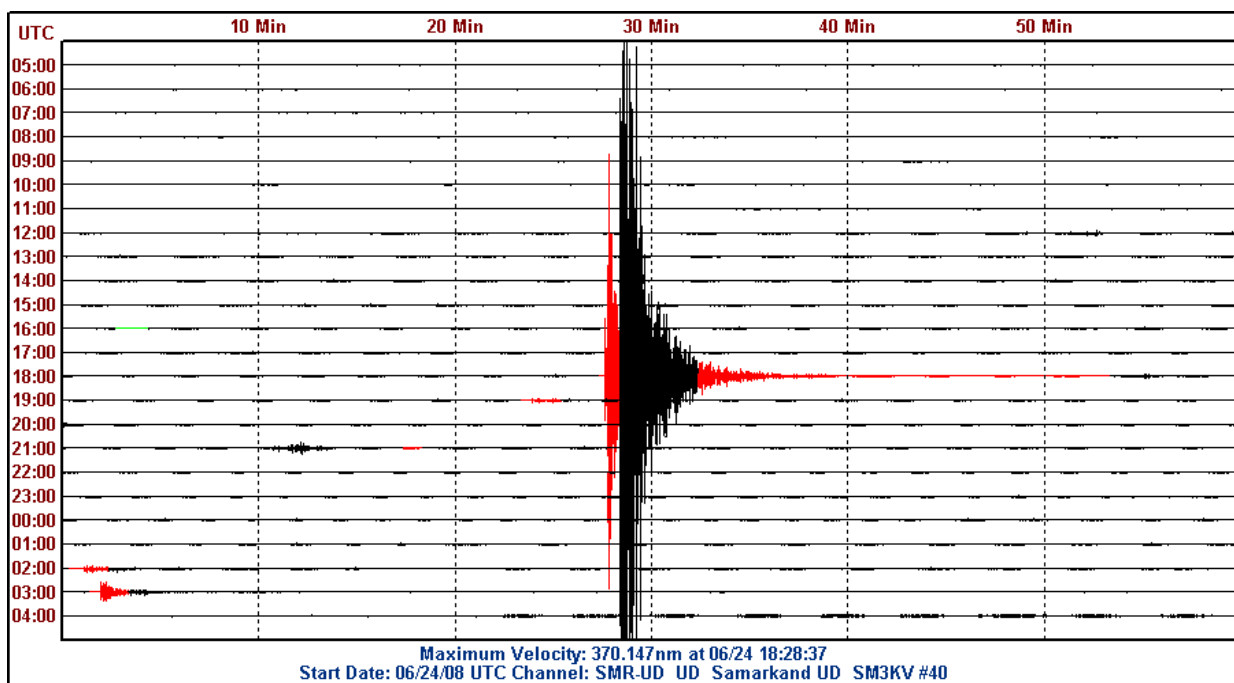


Рис. 5. Сейсмограмма землетрясения в районе г. Коканд (24.06.08 г.), полученная на сейсмостанции сейсмической сети ИС АН РУз в г. Самарканд

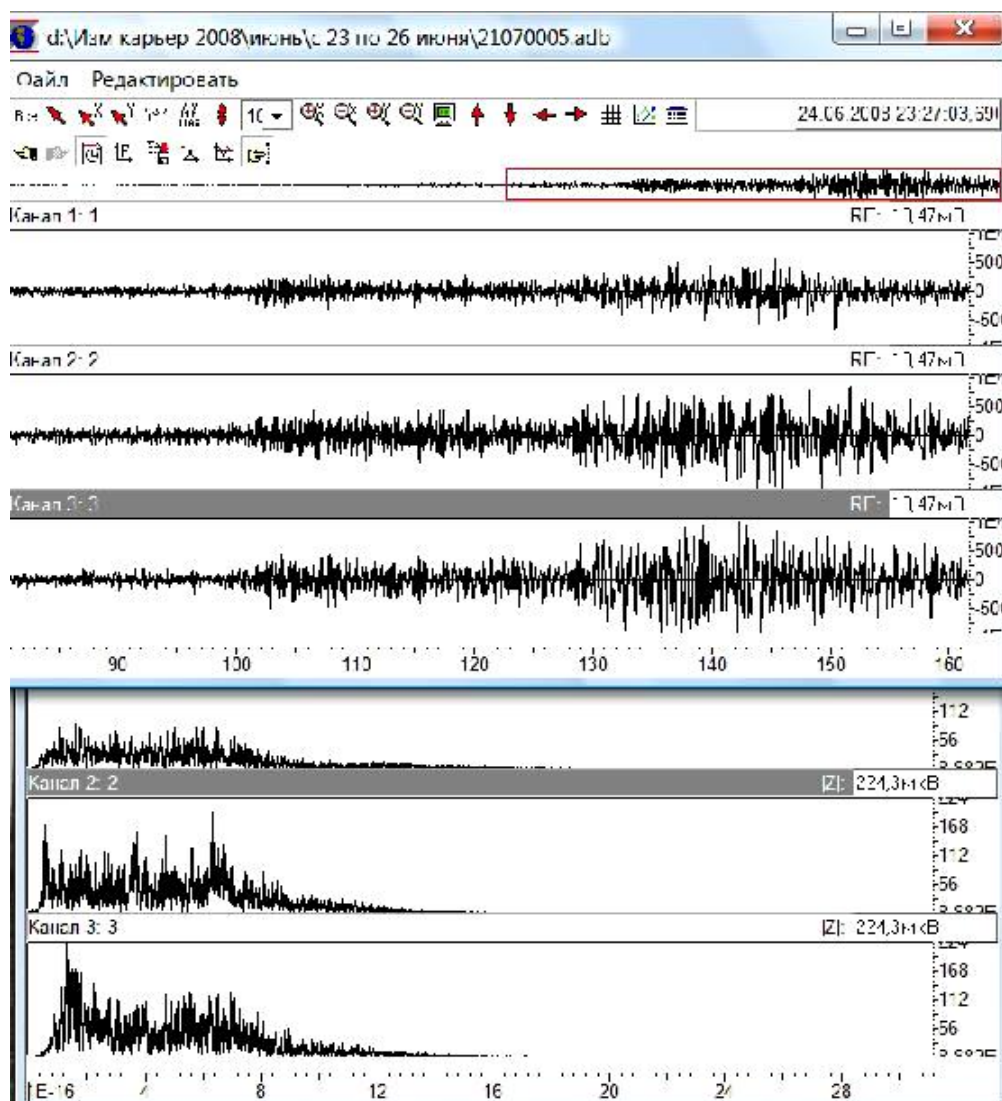


Рис. 6. Сейсмограмма землетрясения в районе г. Коканд (24.06.2008 г.) и спектр сигнала, полученные на сейсмостанции на борту карьера Мурунтау

центраций напряжений за счет пластичности или разрушения ведет к структурным перестройкам, к выработке новых структурных сочетаний. При релаксации концентраций напряжений одного из структурных уровней осуществляется переход деформации на другой структурный уровень.

Система мониторинга включает в себя, помимо инструментальных наблюдений также разработку необходимых критериев сбора информации и выбора участков измерений.

Наряду с выявлением характера инициированных в горном массиве процессов и прогностических признаков, роль системы мониторинга сводится к решению ряда основных вопросов:

* выявление с помощью анализа геологической информации и результатов микросейсмрайонирования опасных участков в массиве, в которых возможно нарушение равновесия;

* прогноз возможных подвижек блоков, образования новых и проявления уже имеющихся нарушений в массиве под действием естественных и техногенных факторов.

Необходимо отметить, что в целом уровень сейсмических воздействий на территорию Центрального Узбекистана и карьер Мурунтау, в частности, в последнее время непрерывно возрастает.

Это связано, в первую очередь, с возрастанием в последние годы количества естественных землетрясений на земном шаре и, конечно же, с усилением степени техногенных воздействий на геофизическую среду на территории республики.

Закономерности сейсмического режима, устанавливаемые в ходе непрерывных наблюдений за естественной и

техногенной сейсмичностью, смогут дать весомый вклад в прогнозирование деформаций бортов карьера в условиях дискретной геологической среды месторождения.

Проводимый сейсмический мониторинг позволяет контролировать состояние механического равновесия бортов карьера.

Однако для более полного и точного прогноза устойчивости бортов карьера и вмещающего массива горных пород крайне необходимо установить дополнительные сейсмические станции на различных участках.

На стратегию построения автоматизированной системы геодинамической безопасности на руднике следует смотреть также и с позиций ее готовности к включению в единую систему сейсмологический наблюдений и прогноза землетрясений в регионе.

ТИПОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ГОРНОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ЦИКЛИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТ

Бибик И.П., зам. главного инженера Центрального рудоуправления НГМК, канд. техн. наук; **Рубцов С.К.**, начальник лаборатории института «ВНИПИпромтехнологии», канд. техн. наук, докт. техн. наук МАН; **Сытенков Д.В.**, директор ЗАО Геоцентр «Минеральные ресурсы», канд. техн. наук

Производственные процессы на открытых горных работах слагаются из основных и вспомогательных операций, связанных единой технологической схемой во времени и пространстве и обеспечивающих в общем случае подготовку горных пород к выемке, их выемку, транспортирование, первичную переработку, складирование и отгрузку потребителю, а также выполнение других необходимых в едином горном производстве процессов. Машины или механизмы, выполняющие эти операции, соответственно, подразделяются на основные (ведущие) и вспомогательные [1].

Основной (ведущей) машиной в технологически связанной цепочке горных машин (комплексе) является выемочно-погрузочная машина. За операцией, выполняемой основной машиной, следует другая, выполняемая в том же темпе следующей машиной, при этом должна быть осуществлена связь второй машины с первой с целью сохранения непрерывности производства технологического процесса. Такая организация технологического процесса соответствует принципам комплексной механизации технологических потоков карьера.

Комплексная механизация осуществляется с помощью машин и механизмов различного назначения, образующих технологический комплекс.

Комплекс – это технологически связанная совокупность горных и транспортных машин, обеспечивающая максимальную производительность основной (ведущей) машины (добычной или вскрышной) и осуществляющая производственный процесс, в котором выполняются все операции, начиная от подготовки пород к выемке (если она есть) и заканчивая отвалобразованием или переработкой полезного ископаемого (табл. 1-5, рис. 1-2).

Комплексная механизация означает, что все смежные операции технологического процесса механизированы соответствующим друг другу оборудованием примерно равной производительности; при этом используется наименьшее число механизмов при наибольшей производительности труда. При выборе основной машины цепочка остальных машин и механизмов подбирается такой, чтобы обеспечить в конкретных условиях максимально возможную производительность ведущей машины.

Производительность машины или комплекса с течением времени не остается неизменной. Каждая

машина создается для усредненных условий работы со сравнительно узкой задачей: бурение, погрузка, перемещение и др. Поскольку свойства разрабатываемых пород изменяются, все горные машины, образующие комплекс, должны обладать некоторыми резервами повышения производительности.

Комплексная механизация и организация работ на карьерах развиваются на основе внедрения поточной технологии, а также совмещения или в некоторых случаях разделения производственных процессов.

Поточную технологию легче осуществить при применении машин непрерывного действия. Однако, возможно достижение поточности и при использовании экскаваторов циклического действия, а также рельсового и автомобильного транспорта. В этом случае комплекс (буровые станки, зарядные машины, экскаватор, транспорт с отвалообразующими или перерабатывающими полезное ископаемое машинами), работающий ритмично по жесткой схеме, будет являться поточным, а технология циклично-поточной.

Комплексная механизация должна обеспечиваться по возможности машинами и механизмами непрерывного действия.

Структуры комплексной механизации в общем случае составляются из следующих звеньев соответственно процессам, выполняемым горными и транспортными машинами: подготовки пород к выемке; выемки и погрузки; транспортирования; отвалобразования или складирования; первичной переработки.

Комплект оборудования, необходимый для материального обеспечения той или иной принятой структуры комплексной механизации, в зависимости от принятой технологии может включать в себя все или часть из указанных звеньев.

Основное влияние на структуру комплексной механизации оказывают горнотехнические условия, и в первую очередь крепость пород, которая обуславливает наличие или отсутствие буровзрывного рыхления, эффективность применения оборудования непрерывного действия на выемочно-погрузочных работах, выбор вида транспорта и способа отвалобразования.

По характеру выполняемой работы комплексы разделяют на:

- непрерывные, в которых подготовку горной массы к экскавации, выемку, погрузку, перемещение и отвалообразование или переработку производят машины непрерывного действия;

- дискретные, в которых машины циклического действия осуществляют строго ритмичную работу во всем потоке;

- смешанные, в которых подготовку горных пород к выемке, выемку и погрузку выполняют машины циклического действия, а перемещение горной массы – машины непрерывного действия, или наоборот. На современных карьерах обычно стремятся применять однотипные средства механизации, что значительно упрощает и облегчает организацию горных работ, эксплуатацию, ремонт и обслуживание оборудования. Вместе с тем на вскрышных работах, как правило, стремятся использовать наиболее мощные машины и комплексы.

Комплексы машин непрерывного действия в общем случае включают в себя следующие технологические звенья: выемочное, транспортирующее и отвальное.

В некоторых случаях укладка породы в отвал производится транспортирующей машиной и тогда третье звено отсутствует.

Мощность оборудования, составляющего комплекс, определяется линейными параметрами карьера, объемом добычных и вскрышных работ.

При подборе машин для комплекса соблюдают следующие основные требования:

- максимальную поточность процесса производства горных работ с наименьшим числом перегрузочных пунктов и возможностью автоматизации процесса;

- соответствие производительности всех машин, входящих в комплекс, максимальной производительности ведущей машины, выполняющей основной процесс (выемку и погрузку породы);

- полное использование времени смены при назначении режима работы комплекса машин, минимум затрат времени на перерывы в рабочих операциях и маневры машины.

Производительность оборудования определяется техническими характеристиками. Коэффициенты использования конкретной машины во времени определяются расчетным путем в соответствии с принятой технологической схемой ее эксплуатации.

Под комплексной механизацией понимается такой способ ведения работ, при котором все основные и вспомогательные процессы и операции полностью механизированы, а применяемые машины и механизмы по своей мощности и производительности строго взаимосвязаны и обеспечивают бесперебойное функционирование всего производственного цикла, а также такое ее построение, когда смежные элементы технологического процесса по производительности примерно равны между собой и обеспечиваются наименьшим количеством

механизмов при наибольшей производительности труда и более низкой себестоимости продукции.

Комплексы горного, транспортного, вспомогательного и дробильно-сортировочного оборудования, обеспечивающие планомерную выемку горной массы и перемещение ее к месту складирования или погрузки, составляют структуру комплексной механизации.

Основанием к выбору горно-транспортного оборудования для ведения вскрышных и добычных работ на карьере служат группы факторов природного, технологического, технического, организационного и экономического характера.

Основными факторами, влияющими на выбор структур комплексной механизации, являются в большинстве случаев природные и горнотехнические условия и в первую очередь крепость горных пород. Крепость горных пород влияет на выбор способа рыхления, эффективность применения оборудования непрерывного действия на выемочно-погрузочных работах, а, следовательно, вид транспорта и способ отвалообразования.

При выемочно-погрузочном оборудовании непрерывного действия комплексы называются выемочными, а при выемочно-погрузочном оборудовании циклического действия – экскаваторными. Комплексы для вскрышных работ включают средства механизации отвальных работ, а комплексы для добычных работ – средства механизации разгрузочных работ.

На рис. 1, а) приведена схема разработки месторождения с применением экскаваторно-транспортного отвального комплекса с автотранспортом.

Для данного способа разработки характерно использование при выемке и погрузке экскаваторов циклического действия, а для перемещения – различных видов транспорта, в т.ч. автомобильного.

На рис. 1, б), в) представлены схемы разработки с применением добычных комплексов, соответственно, с автотранспортом и конвейерным транспортом.

Дифференциация структур комплексной механизации производится в тесной связи с технологией горных работ по видам оборудования ведущего процесса (выемочно-погрузочные работы, перемещение грузов и отвалообразование).

Преобладающее положение в различных вариантах структур комплексной механизации занимают структуры с использованием механических лопат (экскаваторов) и колесного транспорта (автосамосвалов).

При различной организации работ эксплуатация автотранспорта может осуществляться по закрытому или открытому циклам. При этом за критерий оптимальности как при работе по открытому, так и закрытому циклу принимается минимум стоимости простоев оборудования комплексов.

На основании исследований выведена регрессионная зависимость коэффициентов простоев экскаваторов (Π_3) и автосамосвалов (Π_a) от числа экскаваторов в едином грузопотоке (m) и расстояния транспортирования (L) при работе автотранспорта по открытому циклу:

$$\Pi_3 = 0,41 + 0,011L - 0,095m - 0,0002L^2 + 0,0069m^2$$

$$\Pi_a = 0,132 - 0,016L - 0,018m + 0,0011L^2 + 0,0013m^2$$

где L – расстояние транспортирования, км;

m – число экскаваторов в едином грузопотоке.

В приведенных формулах коэффициент корреляции равен, соответственно, 0,96 и 0,91, что указывает на существующую близкую зависимость $\Pi_3 = f(m, L)$ и $\Pi_a = f(m, L)$.

Как показали исследования, при рациональном количественном комплектовании экскаваторно-транспортных комплексов, особенно при работе по закрытому циклу, бывают значительные простои как экскаваторов, так и автосамосвалов. Это положение необходимо учитывать при расчете производительности оборудования, как на стадии проектирования, так и при эксплуатации карьеров.

Влияние случайных факторов на величину простоев оборудования экскаваторно-транспортных комплексов может быть учтено коэффициентом использования экскаватора в связи с ожиданием подачи автосамосвалов под погрузку ($K_{o.3}$) и коэффициентом использования автосамосвалов из-за ожидания погрузки ($K_{o.a}$). Значения $K_{o.3}$ и $K_{o.a}$ определяются из выражения:

$$K_{o.3} = 1 - \Pi_3; K_{o.a} = 1 - \Pi_a$$

При расчете $k_{o.3}$ и $k_{o.a}$ формулы для определения эксплуатационной производительности оборудования комплексов примут вид:

- эксплуатационная производительность экскаваторов:

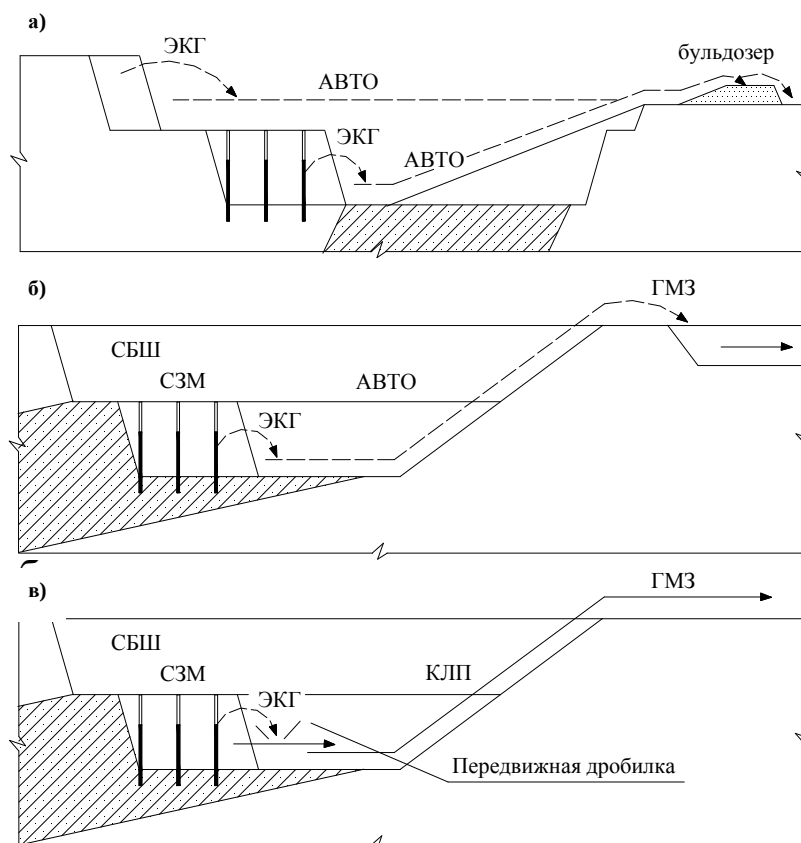
$$Q_{см(3)} = \frac{3600 \cdot E}{t_{ц}} \cdot k_3 \cdot k_{o.3} \cdot (T_{см} - t_{p.o}), \text{ м}^3/\text{см}$$

- эксплуатационная производительность автосамосвалов:

$$Q_{см(a)} = q_a \cdot k_q \cdot k_{o.a} \cdot \frac{60}{t_p} \cdot (T_{см} - t_{p.o}), \text{ т/см}$$

где E – геометрическая емкость ковша экскаватора, м^3 ;

$t_{ц}$ – среднее время цикла, с;



Условные обозначения:

СБШ – шарошечный буровой станок
СЗМ – смесительно-зарядная машина
ЭКГ – экскаватор

КЛП – конвейерный транспорт
ГМЗ – горно-металлургический завод

Рис. 1. Схема разработки с применением экскаваторно-транспортного комплекса (с автотранспортом), а) и с применением добычных комплексов, б), в): б) экскаваторно-транспортно-разгрузочного с автотранспортом; в) экскаваторно-транспортно-разгрузочного с конвейерным транспортом

k_3 – коэффициент экскавации;
 $T_{см}$ – время смены, ч;
 $T_{p.o}$ – время регламентированных и организационных перерывов, ч;
 q_a – грузоподъемность автосамосвала, т;
 k_q – коэффициент использования грузоподъемности;
 $\bar{t}_p$ – среднее время рейса, мин.

При работе по закрытому циклу число автомашин для обслуживания одного экскаватора определяется из соотношения эксплуатационной производительности экскаватора $Q_{см(3)}$ и производительности автосамосвала $Q_{см(a)}$:

$$N_{a.p} = \frac{Q_{см(3)}}{Q_{см(a)}}$$

Зная число автосамосвалов, необходимое для обслуживания одного экскаватора, определяют рабочий парк автомашин, требуемых для работы в

грузопотоке карьера с m одновременно работающими экскаваторами:

$$N_{\text{раб}} = \sum_{i=1}^m N_i$$

Рациональное число автосамосвалов для обслуживания одного экскаватора при закрытом цикле для существующих условий угольных и железорудных карьеров с достаточной для практических расчетов точностью возможно определять в соответствии с установленной регрессионной зависимостью числа автосамосвалов в комплексе $N_{a.p}$ от емкости кузова автосамосвала V , емкости ковша экскаватора E и расстояния транспортирования L :

$$N_{a.p} = 10,56 - 1,13 \frac{V}{E} + 1,08L$$

Выражение составлено из статистических зависимостей величин $N_{a.p} = f(V, E, L)$ при рациональном сочетании $\frac{V}{E}$, рассчитанных с использованием аппарата теории массового обслуживания на основе учета случайного характера процесса.

При этом коэффициент корреляции $r=0,91$, что указывает на существующую близкую зависимость между переменными, входящими в выражение, указанное выше.

При работе автосамосвалов по открытому циклу число автомашин для обслуживания экскаваторов определяется по аналогии с работой по закрытому циклу с той лишь разницей, что при вычислении $Q_{\text{см}(3)}$ и $Q_{\text{см}(a)}$ в формулах вводятся другие значения коэффициентов $k_{0,3}$ и $k_{0,a}$.

При открытом цикле работы автосамосвалов количественное соотношение между числом оборудования в комплексе определяется с учетом величины простоев горных и транспортных машин от числа экскаваторов в грузопотоке (N_3). В результате

расчетов рационального количества автосамосвалов в грузопотоке при их работе по открытому циклу ($N_{a.o.p}$) применительно к тем же типам карьеров, что и при закрытом цикле, выведена регрессионная зависимость между величинами $N_{a.o.p}$, $\frac{V}{E}$, L , N_3 :

$$N_{a.o.p} = 5,82 - 12,1 \frac{V}{E} + 9,91 \cdot L + 13,52 \cdot N_3, \\ (9 \geq N_3 \geq 5), \quad (8 \geq L \geq 4),$$

где N_3 – число экскаваторов в грузопотоке.

Коэффициент корреляции r при этом составил 0,89, что указывает на близкую зависимость между переменными, входящими в выражение.

Типовые комплексы оборудования при использовании автомобильного транспорта. В структурах комплексной механизации с автомобильным транспортом осуществляется взаимоувязка работы оборудования смежных технологических процессов грузопотоков по следующим направлениям: производительность и число буровых станков с производительностью и числом погрузочных машин; производительность автотранспортных средств и их число с производительностью и числом экскаваторов при соответствующей организации транспортного обслуживания; производительность и число отвального (складского) оборудования увязывается с мощностью и числом работающих автотранспортных средств.

При формировании основного оборудования типовых комплексов грузопотоков в структурах механизации с автомобильным транспортом целесообразна следующая последовательность.

1. Из типового ряда выпускаемых и запланированных к выпуску карьерных мехлопат в соответствии с мощностью грузопотока, учетом условий залегания полезного ископаемого и пород вскрыши, а также требований к качеству полезных ископаемых выбирается модель погрузочного экскава-

Таблица 1

Типовые комплексы основного оборудования технологических грузопотоков при работе автотранспорта по закрытому циклу

Погрузка		Автосамосвалы при расстоянии транспортирования, км											
Модель экскаватора	Объемная масса разрабатываемых пород, т/м ³	2			4			6			8		
		Емкость кузова, м ³	Грузоподъемность, т	Число	Емкость кузова, м ³	Грузоподъемность, т	Число	Емкость кузова, м ³	Грузоподъемность, т	Число	Емкость кузова, м ³	Грузоподъемность, т	Число
ЭКГ-5	2,1	25	40	7-8	25	40	9-10	47	75	6-7	47	75	8-9
	2,7	21	40	8-9	21	40	10-11	40	75	8-9	40	75	9-10
	3,0	19	40	8-9	19	40	11-12	34	75	9-10	34	75	10-11
ЭКГ-8 (10)	2,1	47	75	6-7	47	75	8-9	47	75	10-11	69	110	10-11
	2,7	40	75	7-8	40	75	9-10	58	110	8-9	58	110	11-12
	3,0	34	75	7-8	34	75	10-11	50	110	9-10	50	110	12-13
ЭКГ-12,5 (15)	2,1	69	110	6-7	69	110	8-9	69	110	10-11	95	150	10-11
	2,7	58	110	7-8	58	110	9-10	79	150	9-10	106	200	9-10
	3,0	50	110	8-9	68	150	8-9	68	150	10-11	91	200	10-11
ЭКГ-20 (26)	2,1	95	150	7-8	95	150	9-10	95	150	11-12	127	200	11-12
	2,7	79	150	8-9	106	200	8-9	106	200	11-12	133	250	11-12
	3,0	68	150	8-9	91	200	9-10	114	250	12-13	137	300	11-12

Таблица 2

Рациональное сочетание оборудования основных процессов в типовых комплексах
(при использовании автотранспорта)

Экскаватор	Характеристика горных пород			Буровое оборудование		Автосамосвалы при расстоянии транспортирования, км							
	Коэффициент крепости по М.М. Протодьяконову	Взрываемость	Средняя объемная масса, т/м ³	Диаметр скважин, мм	Модель станка	1-2		3-4		5-6		7-8	
						Емкость кузова, м ³	Грузоподъемность, т	Емкость кузова, м ³	Грузоподъемность, т	Емкость кузова, м ³	Грузоподъемность, т	Емкость кузова, м ³	Грузоподъемность, т
ЭКГ-5	2-5,9	Легко и средневзрываемые	2,1	160	СБШ-160/200	25	40	25	40	47	75	47	75
	6-9,9	Средневзрываемые	2,7	200	СБШ-160/200	21	40	21	40	40	75	40	75
	10-15	Средневзрываемые	3,0	250	СБШ-250	19	40	19	40	34	75	34	75
ЭКГ-8 (10)	2-5,9	Легко и средневзрываемые	2,1	200	СБШ-160/200	47	75	47	75	47	75	69	110
	6-9,9	Средневзрываемые	2,7	250	СБШ-250	40	75	40	75	58	110	58	110
	10-15	Средневзрываемые	3,0	250	СБШ-250	34	75	34	75	50	110	50	110
ЭКГ-12,5 (15)	2-5,9	Легко и средневзрываемые	2,1	250	СБШ-250	69	110	69	110	69	110	95	150
	6-9,9	Средневзрываемые	2,7	250	СБШ-250	58	110	58	110	79	150	106	200
	10-15	Средневзрываемые	3,0	250	СБШ-250	50	110	68	150	68	150	91	200
ЭКГ-20 (26)	2-5,9	Легко и средневзрываемые	2,1	250	СБШ-250	95	150	95	150	95	150	127	200
	6-9,9	Средневзрываемые	2,7	250	СБШ-250	79	150	106	200	106	200	133	250
	10-15	Средневзрываемые	3,0	250	СБШ-250	68	150	91	200	114	250	137	300

тора. Как правило, при выемке однородных горных пород мощные экскаваторы обеспечивают лучшие экономические показатели разработки при условии их полного использования в календарное время. С другой стороны, минимальное количество экскаваторов должно быть таким, чтобы общее их число было не менее числа рабочих уступов карьера. Емкость ковша для принятой модели экскаватора выбирается в соответствии с условиями погрузки.

2. При известных емкости ковша экскаватора E и дальности транспортирования L устанавливается рациональная емкость кузова автосамосвала V . С достаточной для практических расчетов точностью емкость кузова автотранспортных средств может быть определена по следующему выражению:

$$V = 3.63 \cdot E - 4.38 \cdot L - 0.039 \cdot E^2 + 0.545 \cdot L^2 + 0.67 \cdot EL + 9.39, \text{ м}^3$$

При известных емкости кузова, объемной массе горных пород (γ) и коэффициенте разрыхления горной массы в кузове ($k_{p,k}$) определяют требуемую грузоподъемность автосамосвала:

$$q_a = \frac{g}{k_{p,k}} \cdot V, \text{ т}$$

После этого подбирается соответствующая модель автосамосвала. Исследованиями установлено, что для пород с различной объемной массой выпускаемые и запланированные к выпуску автосамосвалы должны быть оборудованы кузовами различной емкости. В частности, исходя из разрабатываемых объектов необходимо для каждой модели автосамосвала по грузоподъемности иметь кузова,

рассчитанные на перевозку горных пород с объемной массой в целике 2,1; 2,7 и 3 т/м³. Для транспортирования угля необходимы специальные конструкции углевозов с облегченным кузовом увеличенной емкости.

3. Способ бурения, диаметр скважин и модель бурового станка выбираются в зависимости от крепости буримых пород. Для обустройства трудно взрываемых горных пород модели буровых станков выбирают на основе исследований взрываемости пород на данном месторождении или (при проектировании строительства нового карьера) в соответствии с рекомендациями для аналогичных условий разработки.

4. Число работающих экскаваторов в грузопотоке рассчитывается в соответствии с объемами горных работ технологического грузопотока. При этом их эксплуатационная производительность определяется в зависимости от времени простоев, связанных с неравномерностью подхода автотранспортных средств под погрузку, а также от числа работающих экскаваторов в грузопотоке и организации их транспортного обслуживания.

5. Число работающих автотранспортных средств в грузопотоке определяется в зависимости от расстояния транспортирования, принятой организации транспортного обслуживания экскаваторов и их числа в грузопотоке. Эксплуатационная производительность автотранспортных средств определяется в соответствии с рекомендуемыми расчетными формулами.

Рациональное число автосамосвалов для обслуживания одного экскаватора при закрытом цикле с достаточной для практических расчетов точностью возможно определять в соответствии с установленной зависимостью между числом автосамосвалов в комплексе $N_{a.p.}$, емкостью ковша экскаватора E и расстоянием транспортирования L :

$$N_{a.p.} = 10,56 - 1,13 \cdot \frac{V}{E} + 1,08 \cdot L$$

Рассчитанное таким образом число экскаваторов, автотранспортных средств и буровых станков составляет комплекты работающего оборудования грузопотоков в процессах бурения, выемки-погрузки и транспортирования. Парк оборудования, соответствующий расчетным комплектам, определяется по существующим нормативам.

Количественные соотношения работающего оборудования в комплексах технологических грузопотоков при эксплуатации автотранспорта по закрытому циклу приведены в табл. 1.

В табл. 2 приводятся рекомендации по рациональному сочетанию оборудования основных процессов в типовых комплексах с автотранспортом. Эти сочетания даны применительно к определенным типам существующих карьеров, а также к карьерам ближайшего будущего основных горно-

добывающих отраслей промышленности.

Типовые комплексы оборудования при использовании железнодорожного транспорта. В структурах механизации с железнодорожным транспортом осуществляется взаимоувязка работы оборудования смежных технологических процессов по следующим направлениям: производительность и число буровых станков с производительностью и числом погрузочных машин; полезная масса поезда и число работающих локомотивосоставов с производительностью и числом погрузочных экскаваторов и схемами путевого развития; производительность отвальных экскаваторов с полезной массой поезда и схемами путевого развития на отвалах; производительность и число отвальных экскаваторов с производительностью и числом погрузочных экскаваторов.

Порядок формирования основного оборудования комплексов технологических грузопотоков принимается следующий:

1. Модель погрузочных экскаваторов и емкость их ковша выбираются аналогично комплексам с автотранспортом. Отвальные экскаваторы выбираются однотипными с забойными при одинаковой емкости ковша. При разработке полускальных горных пород на отвалах принимается ковш

Таблица 3

Рациональное сочетание оборудования основных процессов в типовых комплексах (при использовании железнодорожного транспорта)

Выемочно-погрузочное оборудование		Характеристика горных пород				Буровое оборудование		Транспортное оборудование				Отвальные экскаваторы		
Экскаватор	Условия работы	Емкость ковша экскаватора, м ³	Коэффициент крепости по М.М. Протоцкому	Взрываемость	Средняя объемная масса, т/м ³	Диаметр скважины, мм	Модель станка	Полезная масса поезда, т	Средний вес тягловых средств, тс	Думпкары		Модель экскаватора	Условия работы	Емкость ковша, м ³
										грузоподъемность, т	коэффициент тары			
ЭКГ-5	Легкие	6,0	2-6	*	2,1	160	СБШ-160/200	700-800	150-180	100-105	0,35-0,4	ЭКГ-5	Легкие	6,0
	Средние	5	2-6	**	2,1	160	---	600-700	120-150	100-105	0,35-0,4	ЭКГ-5	Легкие	6,0
	Средние	5	6-10	**	2,7	200	---	600-700	120-150	100-105	0,4-0,45	ЭКГ-5	Средние	6,0
	Средние	5	10-15	**	3,0	250	---	600-700	120-150	100-105	0,45-0,5	ЭКГ-5	Средние	6,0
ЭКГ-8 (10)	Легкие	10	2-6	*	2,1	200	СБШ-160/200	900-1000	180-240	140-180	0,35-0,4	ЭКГ-8 (10)	Легкие	8-10
	Средние	8	2-6	**	2,1	200	---	800-900	150-200	140-180	0,35-0,4	ЭКГ-8 (10)	Легкие	8-10
	Средние	8	6-10	**	2,7	250	СБШ-250	800-900	150-200	105-140	0,4-0,45	ЭКГ-8 (10)	Средние	8-10
	Средние	8	10-15	**	3,0	300	---	800-900	150-200	105-140	0,4-0,45	ЭКГ-8 (10)	Средние	8-10
ЭКГ-12,5 (15)	Легкие	16	2-6	*	2,1	250	---	1100-1400	240-360	140-180	0,35-0,4	ЭКГ-12,5 (15)	Легкие	12,5-15
	Средние	12,5	2-6	**	2,1	250	---	1100-1400	240-360	140-180	0,35-0,4	ЭКГ-12,5 (15)	Легкие	12,5-15
	Средние	12,5	6-10	**	2,7	300	---	1100-1400	240-360	140-150	0,4-0,45	ЭКГ-12,5 (15)	Средние	12,5-15
	Средние	12,5	10-15	**	3,0	320	---	1100-1400	240-360	140-150	0,4-0,45	ЭКГ-12,5 (15)	Средние	12,5-15

Примечание: *) – Легковзрываемые; **) – Средневзрываемые

Таблица 4

Типовые комплексы основного оборудования технологических грузопотоков в работе
(при использовании железнодорожного транспорта)

Погрузка горной массы				Транспортирование						Отвальные работы			Годовая мощность грузо- потока по горной мас- се, тыс. м³
Модель экскаватора	Условия погрузки	Емкость ковша экс- каватора, м³	Число экскаваторов в грузопотоке	Полезная масса поезда, т	Сцепной вес тяговых средств, тс	Дум пка- ры	Число составов в грузопотоке			Экскаватор	Емкость ковша, м³	Число в грузопотоке	
						Число в со- ставе	Расстояние транс- портирования. км						
							4	8	12				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ЭКГ-5	Средние	5	1-9	600-700	100-150	6-7	2-17	3-18	3-18	ЭКГ-5	5	1-7	1280-12950
ЭКГ-5	Легкие	6	1-9	700-800	150-180	7-8	2-17	3-17	3-18	ЭКГ-5	6,0	1-7	1740-17520
ЭКГ-8 (10)	Средние	8	1-9	800-900	150-200	6	2-18	3-20	3-21	ЭКГ-8 (10)	8	1-7	1860-18800
ЭКГ-8 (10)	Легкие	10	1-9	900-1000	180-240	5-6	2-18	3-20	3-21	ЭКГ-8 (10)	10	1-7	2550-25650
ЭКГ-12,5 (15)	Средние	12,5	1-9	1100-1400	240-360	8-10	2-17	3-18	3-19	ЭКГ-12,5 (15)	12,5	1-7	2740-27600
ЭКГ-12,5 (15)	Легкие	15	1-9	1100-1400	240-360	6-8	2-20	3-21	3-22	ЭКГ-12,5 (15)	15	1-7	3710-37300

увеличенной емкости.

2. Полезная масса принимается в зависимости от емкости ковша экскаватора и дальности транспортирования. Полезная емкость состава V_c :

$$V_c = 24,6 \cdot E + 11,9 \cdot L + 92, \text{ м}^3$$

В соответствии с объемным весом разрабатываемых горных пород и типом погрузочного экскаватора выбираются модели думпкаров. После этого с учетом руководящего уклона горных выработок, сопротивлений движению и тормозных свойств определяются сцепной вес локомотива, его тип и другие параметры.

3. Анализ работы карьеров и научные исследования показали, что при рациональном качественном сочетании и количественном соотношении оборудования комплексов производительность экскаваторов на погрузке горной массы в средства железнодорожного и автомобильного транспорта примерно одинакова. Поэтому, в комплексах с железнодорожным транспортом рекомендуется тот же подход к выбору моделей буровых станков, что и при автомобильном транспорте.

4. Число работающих погрузочных и отвальных экскаваторов рассчитывается в соответствии с объемами горных работ технологического грузопотока. Эксплуатационная производительность экскаваторов определяется в соответствии с данными, учитывающими простои, связанные с неравномерностью выполнения технологических операций основных процессов. Число работающих отвальных экскаваторов $N_{э,о}$ в зависимости от числа работающих экскаваторов в грузопотоке на погрузке вскрыши $N_{э,з}$:

- при одинаковой емкости ковша забойного и отвального экскаватора:

$$N_{э,о} = 0,72 \cdot N_{э,з} + 0,2$$

- при использовании на отвалах экскаваторов однотипных с забойными, но с ковшом увеличенной емкости:

$$N_{э,о} = 0,65 \cdot N_{э,з} + 0,21$$

5. Рациональные соотношения между числом работающих экскаваторов и локомотивосоставов определяются в зависимости от расстояния транспортирования и числа работающих погрузочных экскаваторов в грузопотоке. Число локомотивосоставов для обслуживания экскаваторов при их рациональном качественном сочетании

$$N_{л,с} = 1,9 \cdot N_{э,з} + 0,3 \cdot L - 1,3$$

Определенное таким образом число погрузочных и отвальных экскаваторов, средств транспорта и буровых станков составляет комплексы работающего оборудования в основных процессах грузопотоков. Парк оборудования, как и в комплексах с автотранспортом, определяется на основе существ-

Таблица 5

Варианты комбинированного транспорта

Забойная часть	Подъем или спуск	На поверхности
Автопогрузчики	Троллейбусы	Автотранспорт
Автосамосвалы	Автоподъемник	Железнодорожный транспорт
Контейнеровозы	Железнодорожный транспорт	Конвейерный транспорт
	Конвейерный подъем	Гидротранспорт
	Скиповой подъем	Пневмоконтейнерный транспорт
	Подъемный кран	Канатная дорога
	Рудоспуск, рудоскат	

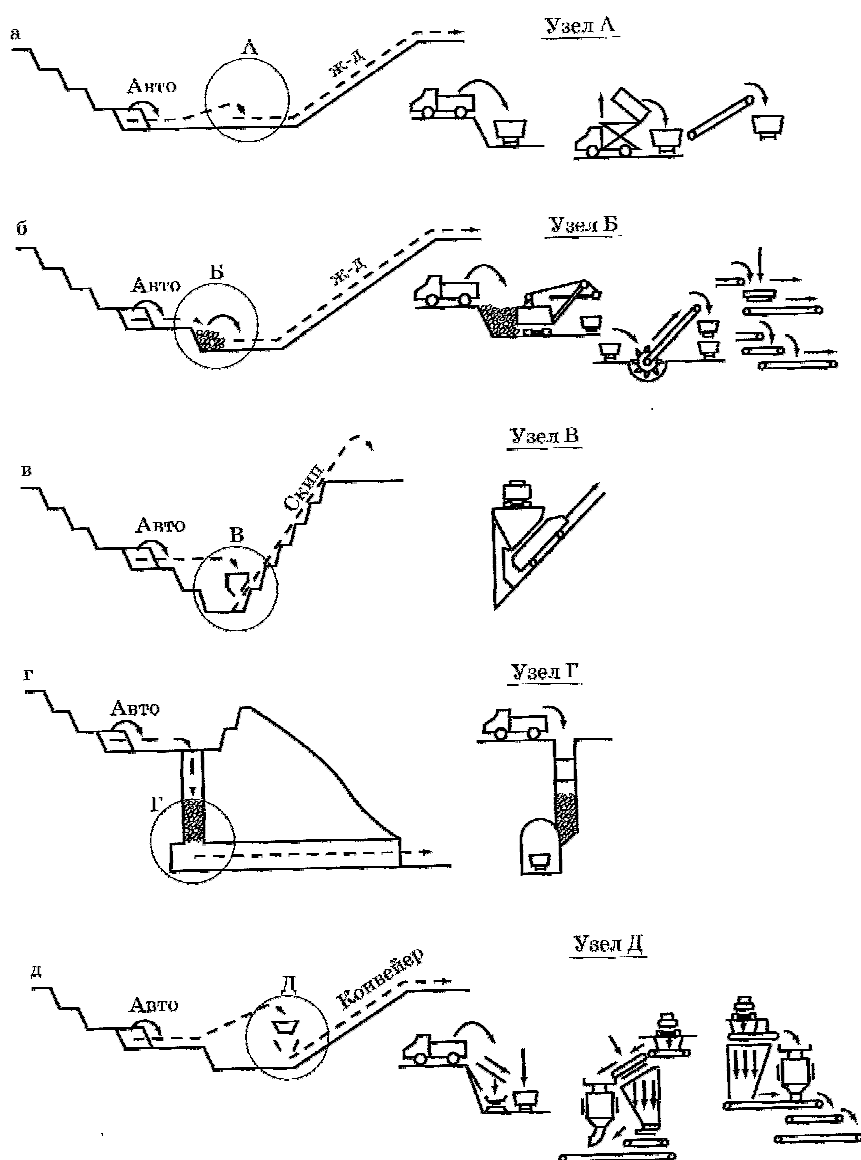


Рис. 2. Схемы перегрузочных пунктов: а - с непосредственной перегрузкой из одного вида транспорта в другой; б - с использованием перегрузочных машин; в - с аккумулярованием горной массы в штабеля или бункере с последующей погрузкой её на транспорт; г - с аккумулярованием в рудопуске; д - с применением стационарных и полустационарных дробилок

вующих нормативов.

В табл. 3 приводятся рекомендации по рациональному сочетанию оборудования основных процессов в типовых комплексах с железнодорожным транспортом. Эти сочетания даны применительно к определенным типам действующих карьеров, а также к карьерам ближайшего будущего основных горнодобывающих отраслей промышленности.

Количественные соотношения работающего оборудования в типовых комплексах технологиче-

ских грузопотоков при использовании железнодорожного транспорта приведены в табл. 4. Варианты комбинированного транспорта приведены в табл. 5 [1].

Наиболее часто на карьерах используются сочетания: в забойной части - автотранспорт для доставки на поверхность и на поверхности - железнодорожный. На нагорных карьерах для доставки из карьера руды используется гравитационный транспорт по рудопускам или рудоскатам.

При применении комбинированного транспорта в местах перегрузки с одного вида транспорта на другой устраиваются перегрузочные конструкции, которые являются связующим элементом транспортного потока (рис. 2) [2]. Его пропускная способность должна надёжно обеспечивать производительность технологического потока.

В комплект машин любого транспорта включается в необходимом количестве дорожная техника: для автодорог - грейдеры, бульдозеры, англозеры, дорожные катки, самосвалы для доставки щебня, поливочные машины и пескоразбрасыватели, снегоочистители; для железнодорожного транспорта - бульдозеры, путепередвигатели, железнодорожные краны, хоперы для доставки балласта, снегоочистители; для конвейерного транспорта - бульдозеры, турнодозеры и краны.

Отвалообразование является завершающим процессом вскрышного технологического потока. Его производительность, технология и механизация должна строго соответствовать всем параметрам потока [3].

Таким образом, показанное формирование основного оборудования типовых технологических комплексов в структурах механизации горнотранспортного оборудования обеспечит эффективное функционирование процессов в технологических потоках карьеров.

Список литературы:

1. Тамаков П.И. Структуры комплексной механизации карьеров с техникой циклического действия. М.: Недра, 1976.
2. Анистратов Ю.И., Анистратов К.Ю. Проектирование карьеров. НПК «ГЕМОС Лимитед», М., 2003.
3. Анистратов Ю.И. Технологические процессы открытых горных работ. М.: Недра, 1995, 351 с.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НАДДОЛОТНЫХ АМОРТИЗАТОРОВ ПРИ БУРЕНИИ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН СТАНКАМИ СБШ-250МНА-32 В УСЛОВИЯХ КАРЬЕРА МУРУНТАУ

Шлыков А.Г., старший научный сотрудник института ВНИПИпромтехнологии, канд. техн. наук; **Вахрушев Ю.П.**, главный механик НГМК; **Снитка Н.П.**, начальник рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК; **Заболотный В.Р.**, начальник участка «Буровой» рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК

Золоторудное месторождение, разрабатываемое карьером Мурунтау, характеризуется сложным распределением и перемещаемостью крутопадающих рудных тел, минерализованных и пустых пород, неоднородностью пород и руд как по физико-механическим свойствам, так и по трещиноватости. Категория пород по буримости по шкале ЦБНТ – VIII-XIV (коэффициент крепости по Протодяконову $f=7\div 11$).

Технология отработки месторождения с учетом увеличивающейся глубины карьера обуславливает выполнение большого объема буровых работ. Месторождение отрабатывается 15-метровыми уступами. Бурение взрывных скважин глубиной 15-18 м осуществляется станками СБШ-250МНА-32 с применением долот диаметром 244,5-250,8 мм.

Средневзвешенная проходка на долото Ш250,8ТКЗ-ПВ, являющееся основным буровым инструментом (более 70%) составила 460-480 п.м. Годовой объем бурения 800-900 тыс. п.м, по горной массе 32-35,0 млн. м³. Себестоимость бурения в среднем 7,0-8,5 долл./п.м, причем значительная доля затрат (25-30%) приходится на буровой инструмент.

Повышенные динамические нагрузки и вибрации, возникающие при взаимодействии долота с забоем и передаче крутящего момента в процессе бурения, ограничивают использование технических возможностей шарошечных станков, особенно при бурении скважин глубиной более 15 м в крепких и трещиноватых породах, что приводит к потере производительности, уменьшению стойкости долот и срока службы штанг.

Изыскание средств и способов, способных интенсифицировать процесс бурения и повысить стойкость долот - важное направление буровых работ (рис. 1-3).

Как показали исследования, наиболее эффективными средствами снижения вибрационных нагрузок являются наддолотные амортизаторы, а также центраторы и стабилизаторы, устанавливаемые между долотом и штангой. Испытания стабилизаторов различных конструкций на карьерах показали, что они способствуют равномерному нагружению долота и лучшей очистке его от шлама, сниже-

нию динамических нагрузок и, соответственно, увеличению стойкости долот и скорости бурения [1, 2].

В условиях карьера Мурунтау проведены опытно-промышленные испытания лопастных наддолотных стабилизаторов при бурении скважин диаметром 250 мм и глубиной 12-18 м в породах IX-XIV категорий по буримости, в результате которых установлено, что при бурении со стабилизатором средняя проходка на долото на 12,5% выше, чем без стабилизатора. При использовании стабилизаторов

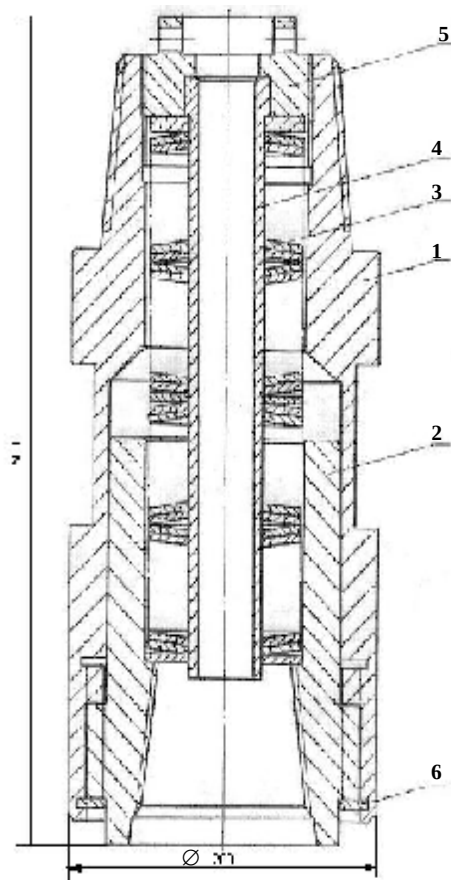


Рис. 1. Амортизатор наддолотный АН-200: 1 – корпус; 2 – переходник; 3 – пакеты тарельчатых пружин; 4 – труба центрирующая; 5 – гайка нажимная; 6 – стопор



Рис. 2. Состояние амортизатора АН-200 после проходки 3000 п.м

уменьшается износ штанг, в связи с чем, их стойкость возрастает до 20-30% [3].

Как показали многочисленные исследования, наибольший эффект по снижению динамических нагрузок, повышению стойкости долот и надежности станка достигается в результате применения наддолотных амортизаторов, основное отличие которых заключается в применении различных материалов, используемых в качестве демпфирующих средств снижения вибраций. Роль упругих элементов, воспринимающих и гасящих динамические нагрузки, выполняют масло (гидравлические амортизаторы), металлорезина, резиновые шары, пружины и др.

Опытно-промышленные работы по оценке эффективности амортизаторов проводились на различных горнорудных предприятиях, на станках типа 2СБШ-200 и СБШ-250МНА-32. В результате испытаний амортизаторов установлено, что их применение существенно улучшает вибрационную характеристику станка. При этом, механическая скорость увеличивается на 20-30%, а стойкость долота до 25% [4, 5].

Наиболее эффективными и работоспособными конструкциями зарекомендовали себя амортизаторы АН-195 и АН-250, разработанные ВНИИБТ и СКБ самоходного горного оборудования (СКБ СГО), в которых в качестве упругих (демпфирующих) элементов использованы резиновые шары и кольца. Их применение на станках СБШ-250МН при бурении скважин, в т.ч. на форсированных режимах, обеспечивало увеличение производительности на 15-20%, стойкости долот – до 30% [6].

Для серийного производства был рекомендован наддолотный амортизатор АН-250, в котором в качестве демпфирующих элементов использовались резинометаллические кольца.

Однако, в связи с прекращением централизованного финансирования, распадом многих специализированных организаций, занимающихся разработкой и проектированием буровых станков, исследования по созданию наиболее эффективных, надежных и простых в конструктивном исполнении амортизаторов были приостановлены.

В последнее десятилетие при переходе на рыночные отношения стоимость буровых станков и бурового инструмента возросла многократно. В настоящее время расход долот на карьере Мурунтау достигает порядка 2000 шт. в год, стоимость наиболее востребованных долот ПИ244, ОК-ПВ, ПИ250, ТКЗ-ПВ составляет 1500-1700 долл. США за единицу и постоянно увеличивается, затраты на их приобретение – 2,5-3,0 млн. долл. США, соответственно, их доля в себестоимости бурения значительно возросла. Поэтому в настоящее время работы по созданию эффективных средств снижения динамических нагрузок, в т.ч. амортизаторов, с целью увеличения стойкости долот, производительности бурения и надежности станка, а также улучшения санитарно-гигиенических условий возобновились.

Общими недостатками отмеченных выше наддолотных амортизаторов является сложность их конструктивного исполнения, наличие множества составных элементов, требующих высокого качества и точности изготовления, большая (более 500 кг) масса и габариты (длина – 3 м и более), что вызывает необходимость применения специальной укороченной штанги, чтобы общая длина штанги с амортизатором составляла 8 м, что соответствует стандартной длине буровой штанги станка СБШ-250МН.

Нами предложена новая конструкция наддолотного амортизатора, отличающаяся простотой исполнения, небольшими (500-550 мм) габаритами и массой [7]. В качестве демпфирующих элементов, снижающих динамические нагрузки, используются тарельчатые пружины типа 1-1-1 100×50×5,0 ГОСТ 3057-90, собираемые в ряд пакетов. Амортизатор устанавливается вместо долотного переходника между долотом и штангой без каких-либо изменений последней. Устройство амортизатора показано на рис. 1.

В условиях карьера Мурунтау на станках СБШ-250МНА-32 проведены опытно-промышленные испытания наддолотных амортизаторов АН-200, изготовленных ООО «Промбурсервис», при бурении взрывных скважин диаметром 250 мм с использованием долот ПИ250,8 ТКЗ-ПВ и глубиной 16-18 м в породах X-XIII категории по буримости. Породы обуриваемых блоков в основном представлены слюдисто-кварцевыми сланцами, углерод-слюдисто-кварцевыми сланцами, окисленными кварц-слюдистыми сланцами, сильно переслаивающимися, трещиноватыми.

Испытывались два типа амортизатора, конструктивное отличие которых заключалось в количестве размещенных в них тарельчатых пружин. В первом образце количество пружин составляло 54 шт. (шесть пакетов по 9 пружин в пакете) с усилием 240 кН при рабочей деформации. Во втором образ-

це количество пружин составляло 56 шт. (четыре пакета по 14 пружин в пакете) с усилием 370 кН при рабочей деформации. Амортизирующий ход 10-12 мм. Режимные параметры бурения изменялись: по осевой нагрузке – от 200 до 250 кН, по частоте вращения – от 90 до 110 об/мин. За время испытаний каждым из амортизаторов пробурено более 5000 п.м. (рис. 2). Для сравнения приняты результаты отработки долот при бурении без амортизатора идентичных по крепости пород на тех же горизонтах и блоках.

Механическая скорость бурения по результатам хронометражных наблюдений на 55 скважинах составила 43,8-38,4 м/ч, что в среднем на 20% выше по сравнению с бурением без амортизатора. Стойкость долота с применением амортизатора составила 660 п.м., что на 37% выше, чем при бурении без амортизатора.

Увеличение стойкости долот с применением амортизаторов происходит в результате уменьшения динамического воздействия бурового става на элементы конструкции долота, особенно на его опоры.

При бурении с амортизатором на буровых станках произведены замеры уровней вибраций в кабине машиниста (кресло), рабочей площадке мачты и в машинном отделении, которые не превышают предельно-допустимых норм и в среднем на 10-15% ниже, чем при бурении без амортизатора.

Ревизия амортизаторов после их отработки (более 5000 п.м) показала, что все упругие демпфирующие элементы (тарельчатые пружины) находятся в исправном состоянии и сохранили свою работоспособность (рис. 3). Замена амортизатора связана с износом лысок и корпуса по наружному диаметру и присоединительной резьбы.

Таким образом, предварительные опытно-промышленные испытания наддолотных амортизаторов на карьере показали эффективность их использования при бурении взрывных скважин в породах XI-XIII категории по буримости ($c = 10-12$). Конструкция наддолотного амортизатора работоспособна, его применение способствует увеличе-

нию стойкости долот в среднем на 30% и производительности бурения, а также снижению динамических нагрузок. Использование наддолотных амортизаторов на станках повысило стабильность процесса бурения, снизило уровень вибрации, улучшило условие работы буровой бригады. Расчетный экономический эффект от применения амортизаторов составил 0,39 долл. США/п.м.

В дальнейшем после внесения конструктивных изменений по результатам опытно-промышленных работ предполагается изготовление и проведение более масштабных испытаний усовершенствованной партии наддолотных амортизаторов на карьере Мурунтау.

При этом, особое внимание должно быть уделено выбору марки стали для тарельчатых пружин, качеству их изготовления и термообработки, а также оптимальному их количеству применительно к условиям эксплуатации.

Опыт применения наддолотных амортизаторов в условиях карьера Мурунтау может быть использован и другими горнорудными предприятиями, осуществляющими добычу полезных ископаемых открытым способом.



Рис. 3. Пакеты тарельчатых пружин

Список литературы:

1. Кутузов Б.Н., Шаронов Г.И., Кивва А.В., Филиппов В.С. Исследование влияния центризатора на статистическую устойчивость бурового става. Известия ВУЗов. Горный журнал, 1978, № 8, с. 55-59.
2. Кантович Л.И., Бабарика С.Д. Комплексная оценка эффективности стабилизации бурового става при шарошечном бурении. Горный журнал № 2, 1986, с. 50-51.
3. Рубцов С.К., Шлыков А.Г., Мальгин О.Н. и др. Опыт применения наддолотных стабилизаторов при бурении взрывных скважин станками СБШ-250МН-32 на карьере Мурунтау. Горный журнал № 5, 2001, с. 73-75.
4. Дзидзигури А.А. и др. Результаты испытаний наддолотных амортизаторов шарошечных станков. Горный журнал № 9, 1992, с. 34-35.
5. Малащенко Ф.П., Кунцман Ф.Ф., Карпунин Е.Д. Расчет и испытание гидравлических амортизаторов бурового става станков шарошечного бурения. Известия ВУЗов. Горный журнал № 7, 1973, с. 82-86.
6. Кутузов Б.Н., Шмидт Р.Г., Калугин Н.Ф. и др. Эффективность применения наддолотных амортизаторов при шарошечном бурении. Горный журнал № 2, 1971, с. 58-60.
7. Амортизатор наддолотный. Патент РФ на полезную модель № 62144. Бюл. № 9, 2007, Шлыков А.Г., Вечерин В.А., Колесов О.Ю., Снитка Н.П., Вахрушев Ю.П.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ИНГИЧКИНСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

Руднев С.В., главный геолог НГМК; **Потапов В.А.**, начальник Опытной-методической геолого-технологической партии НГМК; **Салихова Н.В.**, начальник геотехнологической лаборатории Опытной-методической геолого-технологической партии НГМК; **Канцель А.А.**, директор СП «INGICHKI METALS»

При отработке коренных руд вольфрамового месторождения Ингички в отвалах обогатительной фабрики скопилось примерно 16 млн. т техногенных образований с содержанием WO_3 в пределах от 0,08% до 0,14%. Обогащение руд на фабрике проводилось по флотационной схеме, которая включала сульфидную и шеелитовую флотацию. Продукт сульфидной и хвосты шеелитовой флотаций складировались совместно в хвостохранилищах № 1 и № 2, площади которых составляют, соответственно, 96 и 450 тыс. m^2 , а максимальные мощности отложений хвостовой пульпы в них составляют, соответственно, 26,2 и 31,5 м.

С учетом современных достижений в создании технологического оборудования стало принципиально возможным обогащение таких техногенных образований с целью вовлечения их резервных запасов в переработку. Исходя из этого, задача обогащения хвостов флотации Ингичкинской обогатительной фабрики является актуальной.

Программа рассматриваемых исследований включала оценку возможности и эффективности «мокрых» технологий гравитационного обогащения техногенных образований, содержащих вольфрам, до содержания WO_3 более 0,4% с применением струйного и винтового сепаратора, а также концентратора «KNELCON» (табл. 1-9, рис. 1-4).

Исследования проводились по технологическим схемам, в которых были использованы разные варианты обогащения. Во всех вариантах исходная масса порций составляла около двух тонн. На первом этапе изучался гранулометрический и минералогический состав песков и распределение в них WO_3 по классам крупности. На втором определялись технологические показатели обогащения исходной массы на струйном сепараторе «Йорк» с разными размерами разгрузочной щели. На третьем - обогащение в две стадии на струйных сепараторах «Йорк». На четвертом - обогащение на «Винтовом сепараторе» с перечисткой концентратов и хвостов. На пятом проводились работы по перечистке хвостов струйного сепаратора «Йорк» на «Винтовом сепараторе», а на шестом - обогащение исходных песков по технологии интенсивной

гравитации концентратором «KNELCON» на опытно-промышленной установке ТИГР.

Результаты анализов минерального и гранулометрического состава усредненной пробы представлены в табл. 1 и 2.

По данным фазового анализа вольфрам в техногенных образованиях на 81,27% представлен шеелитом, 16,79% приходится на долю тунгстита, гюбнерита и вольфрамит. По данным минералогического анализа шеелит представлен полностью раскрытыми зернами размером 20-50 мк. Форма зерен остроугольная осколочная. Внутреннее строение зерен шеелита однородное, сростаний с сульфидами и другими минералами не обнаружено. При рентгеноспектральном анализе шеелита определены CaO (24,47%), FeO (1,13%) и WO_3 (74,4%). Основными минералами тяжелой (рудной) фракции в пробе являются окислы железа (магнетит, гематит), пирротин, пирит и арсенопирит. Легкая (нерудная) фракция представлена кварцем, плагиоклазом, кальцитом и геденбергитом.

Таблица 1

Содержание основных компонентов усредненной пробы
лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики

Содержание основных компонентов, %						
WO_3	$S_{\text{общ.}}$	$S_{\text{сульф.}}$	$Fe_{\text{общ.}}$	$Fe_{\text{сульф.}}$	Mo	$CaCO_3$
0,096	0,35	0,26	8,17	7,15	0,0023	21,75
						Mg
						0,97

Таблица 2

Гранулометрический состав усредненной пробы
лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной
фабрики (мокрый рассев)

Класс крупности, мм	Вес, гр.	Выход, %	Содер- жание WO_3 , %	Распре- деление WO_3 , %
-1,0+0,5	53,5	5,55	0,083	4,30
-0,5+0,25	365	37,86	0,045	15,91
-0,25+0,125	372,5	38,64	0,079	28,51
-0,125+0,063	133,5	13,85	0,29	37,50
-0,063+0	39,5	4,10	0,36	13,78
Исходная	964,0	100,00	0,107	100

Таблица 3

Результаты гравитационного обогащения на сепараторе «Йорк»
лежалых хвостов Ингичкинской фабрики

Наименование продукта	Вес, кг	Выход, %	Содержание, WO_3 , %	Извлечение, %	$K_{обог.}$ отн/ед
Исходный	1800	100	0,100	100,0	1,0
Концентрат					
1стадии	118	6,56	0,51	33,44	5,1
2стадии	59,0	3,3	0,38	12,46	3,8
Объединенный	177,0	9,86	0,47	45,90	4,7
Хвосты	1623,0	90,14	0,06	54,10	0,6

Таблица 4

Показатели распределения WO_3 по классам крупности
концентрата, полученного на сепараторе «Йорк»
из лежалых хвостов Ингичкинской фабрики

Класс крупности, мм	Вес, гр.	Выход, %	Содержание WO_3 , %	Распределение WO_3 , %
Исходная масса	487,5	100,00	0,46	100
-0,25+0,125	341,0	69,95	0,36	54,43
-0,125+0,063	105,5	21,64	0,85	39,76
-0,063+0	41,0	8,41	0,32	5,82

Таблица 5

Результаты гравитационного обогащения лежалых хвостов
Ингичкинской фабрики в две стадии

№ стадии	Наименование продукта	Выход продукта, %	Содержание WO_3 , %	Извлечение WO_3 , %	Коэфф. обог., %
1 стадия Сепаратор «Йорк»	Исходная пульпа	100,0	0,12	100	1,0
	Концентрат 1	6,4	0,52	27,18	4,22
	Хвосты	93,6	0,085	-	0,69
2 стадия Сепаратор «Винтовой»	Концентрат 2	6,3	0,61	31,20	4,95
	Промпродукт	68,5	0,054	30,04	0,44
	Хвосты	18,8	0,076	11,58	0,62
	Промпродукт + Хвосты	87,3	0,059	41,62	0,48
	Концентрат 1+2	12,7	0,56	58,38	4,58

Таблица 6

Результаты гравитационного обогащения лежалых
хвостов Ингичкинской фабрики в одну стадию
на винтовом сепараторе

Наименование продукта	Выход, %	Сод. WO_3 , %	Извл. WO_3 , %	$K_{обог.}$ отн. ед.
Исходная пульпа	100,0	0,093	100	1,0
Концентрат	5,0	1,06	57,19	11,40
Промпродукт	61,4	0,047	31,19	0,51
Хвосты	33,6	0,032	11,62	0,34
Промпр.+ хвосты	95,0	0,042	42,81	0,45

Анализ распределения WO_3 по классам крупности показал, что как при сухом расieve, так и при мокром классы -0,125+0,063 мм и -0,063 мм наиболее обогащены. Выход WO_3 в эти классы при мок-

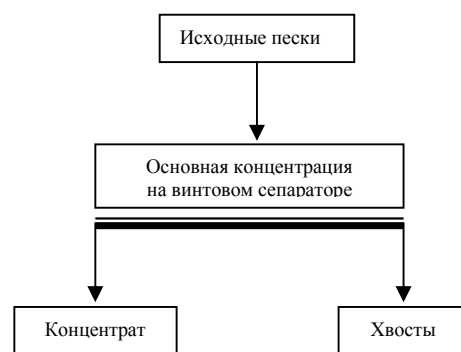


Рис. 1. Технологическая схема обогащения на винтовом сепараторе вольфрамсодержащих песков хвостохранилища Ингичкинской обогатительной фабрики

ром расieve составляет 51,28%, при сухом - 28,73%. Это связано с тем, что при мокром расieve происходит дезинтеграция (смыв с крупных классов) фракции -0,063 мм. Соответственно, увеличивается выход классов -0,125+0,063 мм и -0,063 мм (с 17,24% до 17,95%) и содержание в них WO_3 (с 0,23% до 0,306%).

Технологические показатели обогащения лежалых хвостов на струйном сепараторе «Йорк» определялись при разных размерах разгрузочной щели (2, 10, 30, 50 и 70 мм) и скорости потока пульпы в аппарате (0,5; 1,0 и 1,5 л/сек). Угол установки желоба струйного сепаратора составлял 16°. С указанными технологическими параметрами ведения процесса была проведена серия опытов по обогащению лежалых хвостов порциями исходной массы в две тонны в каждом опыте. Полученный концентрат расситовывался на классы крупности -0,25+0,125 мм, -0,125+0,063 мм, -0,063+0 мм и анализировался на содержание WO_3 в каждой фракции. Результаты укрупненных испытаний и гранулометрический состав концентрата представлены в табл. 3 и 4.

Технологические показатели обогащения в две стадии (на струйном сепараторе «Йорк» с последующей переситкой хвостов на винтовом сепараторе) получены проведением опыта на исходной порции массой 2 т. В процессе опыта отбирались пробы из исходных песков и продуктов обогащения, как струйного сепаратора, так и винтового. Системой насосов пульпа непрерывно подавалась на первую стадию обогащения, откуда хвосты направлялись на вторую стадию обогащения. Результаты опыта представлены в табл. 5, согласно которой технологические показатели обогащения в две стадии лучше, в сравнении с обогащением в одну

стадию. Так, извлечение WO_3 в концентрат увеличилось с 45,9% до 58,39%, выход концентрата - с 9,86% до 12,7%, а содержание WO_3 - с 0,47% до 0,56%. Содержание WO_3 в хвостах опытов осталось практически на одном уровне - 0,06% и 0,059%, соответственно.

Технологические показатели обо-

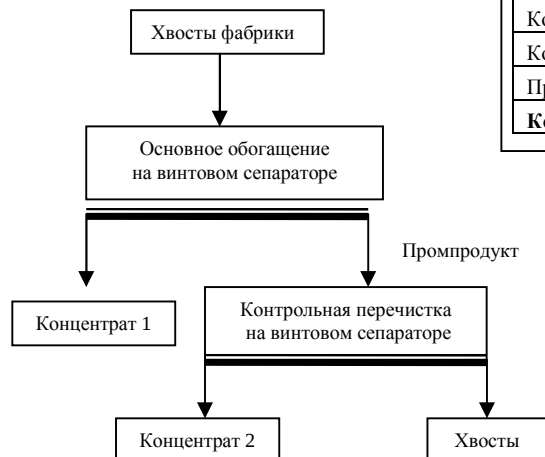


Рис. 2. Рекомендуемая схема обогащения тяжелых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики на винтовом сепараторе с перемешкой промпродукта

гащения на винтовом сепараторе получены укрупненными испытаниями в соответствии со схемами, представленными на рис. 1 и 2. В процессе опытов определялось соотношение Ж:Т в исходной пульпе и в пробах, отобранных отсеками из концентрата, промпродукта и хвостов сепарации. Результаты испытаний представлены, соответственно, в табл. 6 и 7.

Технологические показатели обогащения тяжелых песков по технологии интенсивной гравитации на пилотной установке ТИГР, производительностью по исходной массе 2 т в час, получены проведением испытаний по схеме, представленной на рис. 3, которая предусматривала предварительную классификацию исходной массы на линейном грохоте с доизмельчением в шаровой мельнице и последующее обогащение на центробежных концентраторах. Результаты гравитационного обогащения на пилотной установке ТИГР приведены в табл. 8.

Сравнение минерального

Таблица 7

Результаты гравитационного обогащения тяжелых хвостов Ингичкинской фабрики на винтовом сепараторе в две стадии (с перемешкой промпродукта)

Наименование продукта	Вес, кг.	Выход, %	Сод. WO_3 , %	Извл., %	К общ. отн/ед.
Исходный	1482,6	100	0,116	100	1,0
Концентрат 1	77,2	5,21	1,29	57,94	11,1
Концентрат 2	29,4	1,98	0,52	8,88	4,48
Промпродукт + Хвосты	1376	92,81	0,043	33,19	0,37
Концентрат 1+2	106,6	7,19	1,08	66,81	9,29

Таблица 8

Результаты гравитационного обогащения тяжелых хвостов Ингичкинской фабрики на опытно-промышленной установке ТИГР

Наименование продукта	Вес, кг.	Выход, %	Сод. WO_3 , %	Извл., %
Исходный	6510,0	100,00	0,095	100,00
Концентрат 1	202,0	3,10	1,3	42,95
Концентрат 2	85,95	1,32	0,9	12,46
Концентрат 3	52,2	0,80	0,22	1,85
Концентрат 1+2+3	340,18	5,23	1,04	57,26
Хвосты	6169,8	94,77	0,043	42,74

состава исходной массы и продуктов гравитационного обогащения на винтовом сепараторе проведено посредством химического анализа содержащих в них: $S_{общ.}$, $S_{сульфид.}$, $Fe_{общ.}$, $Fe_{сульф.}$, Mo , $CaCO_3$ и Mg . Установлено, что в концентрате увеличилось содержание $S_{общ.}$ до 1,64-1,84%, $S_{сульфид.}$ - до 1,55-

Таблица 9

Показатели обогащения тяжелых хвостов гравитационным методом с применением разных обогатительных аппаратов

Наименование показателей обогащения	Струйный сепаратор «Йорк»	Струйный сепаратор «Йорк» + винтовой сепаратор	Винтовой сепаратор	ТИГР
Содержание WO_3 в исходных песках, %	0,1	0,12	0,116	0,095
Выход гравитационного концентрата Σ , %	9,86	12,7	7,19	5,23
Содержание WO_3 в концентрате (без перемешки), %	0,51	0,52	1,29	1,04
Содержание WO_3 в концентрате (с перемешкой), %	0,47	0,56	1,08	-
Извлечение WO_3 в концентрат (без перемешки), %	33,44	27,18	58,08	57,26
Извлечение WO_3 в концентрат (с перемешкой), %	45,9	58,38	67,0	-
Коэффициент обогащения (без перемешки), отн. ед.	5,1	4,33	11	-
Коэффициент обогащения (с перемешкой), отн. ед.	4,7	4,66	9,3	10,95
Содержание WO_3 в хвостах + промпродукт (без перемешки), %	-	0,085	0,06	-
Содержание WO_3 в хвостах + промпродукт (с перемешкой), %	0,06	0,059	0,043	0,043

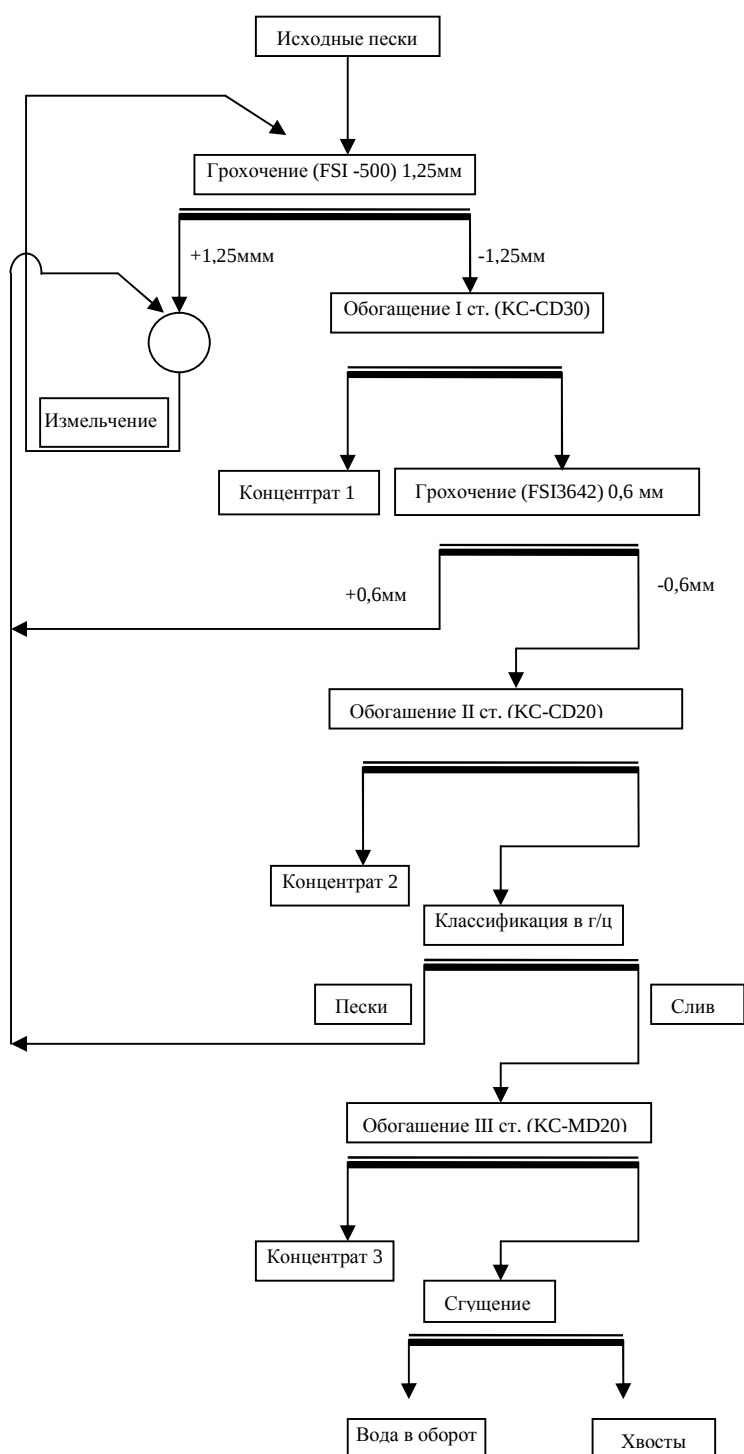


Рис. 3. Технологическая схема обогащения лежалых песков Ингичкинской обогатительной фабрики на опытно-промышленной установке ТИГР

1,81%, $Fe_{\text{общ}}$ - до 11,64-13,05%, $Fe_{\text{сульф}}$ - до 11,6-11,98%. Содержание Mo, Mg осталось на исходном уровне. $CaCO_3$ снизилось до 7,82-9,88%, т.е. на 11-13 отн. %, что связано с отсечением в хвосты легкой породной массы.

Сопоставление показателей обогащения лежа-

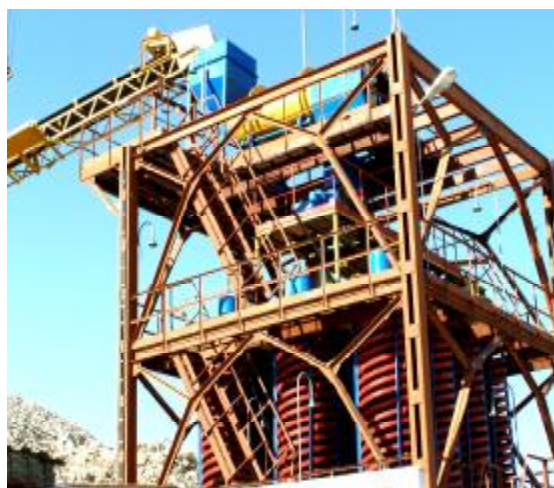


Рис. 4. Установка для обогащения лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики

лых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики по различным технологическим схемам представлено в табл. 9.

Краткие выводы:

1. По результатам проведенных испытаний по обогащению лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики рекомендуется гравитационная схема обогащения на винтовых сепараторах исходя из того, что технологические показатели обогащения по этой схеме сопоставимы с результатами обогащения на установке ТИГР, обслуживание существенно проще, а стоимость оборудования, энерго- и трудозатраты многократно ниже.

2. Перечистка промпродукта струйного сепаратора «Йорк» приводит к увеличению как выхода концентрата, так и извлечения WO_3 в концентрат, но при этом необходимо дополнительное обогатительное оборудование для перечистки концентрата.

3. Обогащение лежалых хвостов гравитационным методом позволяет уменьшить содержание $CaCO_3$ в концентрате по отношению к исходным хвостам, но при этом несколько увеличивается содержание в концентрате серы и железа, что при дальнейшем обогащении концентратов флотационным методом необходимо учесть.

4. Получаемые хвосты гравитационного обогащения могут быть использованы в строительной промышленности.

На основании полученных результатов в настоящее время на базе сырьевых ресурсов вольфрама в техногенных образованиях Ингичкинской обогатительной фабрики построен комплекс по гравитационному обогащению лежалых хвостов на винтовых сепараторах производительностью 100 т/час (рис. 4).

«СУХАЯ» ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОГАЩЕНИЯ УБОГИХ РУД МУРУНТАУ

Федянин С.Н., зам. главного геофизика НГМК, канд. техн. наук

Одной из актуальных, но до конца не решенных задач горного производства остается проблема извлечения ценных компонентов из низкосортных руд техногенных образований, накопленных за десятилетия отработки крупных и уникальных месторождений цветных и благородных металлов, а также других полезных ископаемых рудного и нерудного сырья.

По этому направлению горной науки опубликована масса работ, доказывающих принципиальную возможность предварительного обогащения низкосортных руд, но предлагаемые технологические решения при всей их удовлетворительной избирательности не обладают производительностью, требуемой для обеспечения крупных перерабатывающих заводов товарным сырьем в необходимых объемах.

Дело в том, что эти решения, как правило, основаны на «мокрых» технологиях, реализуемых на тонкоизмельченной исходной массе, т.е. по сути своей дублирующих заводской передел, но на низкосортном сырье. Поэтому, они весьма энергоемкие, малопроизводительные и нерентабельные.

Например, на Зарафшанском золотоизвлекающем комплексе производительность завода (ГМЗ-2) по переработке руды достигла 32 млн. тонн в год. Используемая технология гравитационно-сорбционного цианирования позволяет вовлекать в переработку бедную руду с содержанием золота не менее 1,15 г/т. Ежегодно её перерабатывается около 1,5 млн. т. За более чем 40 лет отработки месторождения Мурунтау, только в спецотвалах рудника, поставляющего руду на завод, накоплены запасы резервной массы со средним содержанием золота 0,75 г/т в объеме ~ 200 млн. м³ (более 400 млн. т).

Если за фоновое содержание золота условно принять его среднее содержание в горной массе вскрыши, которое равно 0,36 г/т, то несложными расчетами можно показать, что для получения из убогих руд (~0,75 г/т) продукта обогащения на уровне порогового содержания золота в бедных рудах (~1,15 г/т) необходимо обогащать, как минимум, вдвое больший объем исходной массы, т.к.

$$0,75 \cdot V_0 = 1,15 \cdot v_k + 0,36 \cdot (V_0 - v_k) \\ (0,75 - 0,36) \cdot V_0 = (1,15 - 0,36) \cdot v_k; v_k / V_0 = 0,39 : 0,79 \approx 0,5$$

где V_0 – объем исходной массы;

v_k – выход обогащенного продукта;

$(V_0 - v_k)$ – выход хвостов;

0,75; 1,15; 0,36 – содержание золота, соответственно, в исходной массе, в обогащенном продукте и в хвостах.

В практике рудоподготовки, как правило, приходится выделять не два, а три продукта. В конкретном случае, вероятнее всего, в процессе обогащения будет дополнительно получен промежуточный продукт, очищенный от вредных примесей, благоприятный для переработки методом кучного выщелачивания (спецпорода). Если соотношение продуктов обогащения по выходу принять одинаковым, то получим следующие контрольные показатели.

Содержание золота $q_{оп}$ в суммарном обогащенном продукте («руда»+«спецпорода», выход 2/3) будет равно **0,95 г/т**, т.к.

$$0,75 \cdot V_0 = 0,36 \cdot V_0 / 3 + q_{оп} \cdot V_0 \cdot 2/3 \\ q_{оп} = (0,75 - 0,36 : 3) \cdot 3 : 2 = \mathbf{0,95 \text{ (г/т)}}$$

Если содержание золота в «спецпороде» принять равным среднему в исходной массе (0,75 г/т), то получим содержание золота в «руде», q_p , равным **1,14 г/т**, т.к.

$$0,95 \cdot 2/3 = 0,75 \cdot 1/3 + q_p \cdot 1/3 \\ q_p = (0,95 \cdot 2/3 - 0,75 \cdot 1/3) \cdot 3 = \mathbf{1,14 \text{ (г/т)}}$$

Если принять извлечение золота (W) из исходной массы по технологии прямого цианирования равным 0,50 (по аналогии с достигнутым на участке КВ), для «спецпороды» - 0,75, а для «руды» - 0,85 (по аналогии с достигнутыми для бедной руды на ГМЗ-2), то получим извлечение золота в готовый продукт на условную единицу исходной массы, соответственно, отн. ед.:

- без рудоподготовки - $0,75 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = \mathbf{0,375}$;
- при подготовке - $0,75 \cdot 0,75 \cdot 1/3 = \mathbf{0,188}$ (для КВ) и $1,14 \cdot 0,85 \cdot 1/3 = \mathbf{0,323}$ (для ГМЗ-2), всего $0,188 + 0,323 = \mathbf{0,511}$.

Следовательно, за счет подготовки низкосортной руды очисткой от вредных примесей, будет получено золота в ~1,4 раза больше ($0,511 : 0,375 = 1,36$) при меньших в 1,5 раза объемах ($1 : 2/3 = 1,5$) и затратах на суммарный передел на участке КВ и ГМЗ-2 в пересчете на условную единицу исходной резервной массы.

Если задаться поставками на завод обогащенного продукта с содержанием золота свыше 1,15 г/т в количестве хотя бы 1/3 от достигнутой производительности завода, т.е. ~10 млн. т в год, то в рудоподготовку потребуется вовлекать ежегодно не менее 30 млн. т резервной массы. В этом случае, с учетом дополнительного постоянного ее

поступления от добычи, на рудоподготовку всех ее запасов на обогатительном комплексе такой производительности уйдет около 20 лет.

Приведенные укрупненные расчеты убедительно доказывают, что о применении «мокрых» технологий и типа покусковой сепарации для обогащения техногенных образований рудника Мурунтау в объемах, востребованных производством, не может быть и речи. Нужен принципиально иной подход, и он состоит в следующем.

На месторождении Мурунтау специализированными на золото являються породы кремнистой формации, которые характеризуются высокой механической прочностью. К породам с заведомо пониженным содержанием золота относятся породы черносланцевой формации (углисто-глинистые сланцы), которые обладают низкой механической прочностью. Их доля в объеме резервной массы, извлекаемой из зоны внутренней вскрыши, составляет одну треть.

Исходя из этого, их можно разделить с помощью оборудования, предназначенного для механического разделения исходной массы по различию в прочностных свойствах и удельной плотности породной матрицы заведомо безрудных пород и специализированных на золото.

Например, в режиме щадящего дробления и последующего грохочения исходной массы, содержащей эти два типа пород, можно добиться получения в плюсовых классах крупности продукта, состоящего преимущественно из пород кремнистой формации, а в конечном минусовом классе будет доминировать составляющая пород черносланцевой формации.

Уместно отметить, что на рубеже XX и XXI веков произошла техническая революция в создании и внедрении на предприятиях горно-перерабатывающей промышленности СНГ высокопроизводительного оборудования, предназначенного для дробления, измельчения и фракционирования горнорудной массы по классам крупности и удельной плотности составляющих её пород и минералов.

Несомненными лидерами по этому направлению являются ЗАО «Новые технологии» (г. Санкт-Петербург) и ЗАО «Урал-Омега» Научно-производственной ассоциации «Урал-Центр» (г. Магнитогорск). Эти организации поставляют дробильно-сортировочные комплексы (ДСК) и проводят все виды работ «под ключ», начиная с исследований технологических процессов, разработки технологических регламентов, проектирования линий и фабрик.

В зависимости от интересов Заказчика ДСК комплектуются дробилками центробежными (ДЦ), мельницами центробежными (МЦ), каскадно-гравитационными классификаторами воздушными (КГ) и классификаторами центробежными (КЦ).

Дробилки центробежные благодаря воздушной опоре оси вращения ускорителя и его большому радиусу, возможности плавного регулирования скорости вращения, позволяют выбирать оптимальную энергию разрушения кусков, разогнанных под воздействием центробежных сил, при их ударах о футеровку камеры дробления в виде брони (камень о металл) или самофутеровку (камень о камень).

В результате избирательного (щадящего) дробления формируется кусковая масса, состоящая из крепких пород, а в мелкую фракцию отходят продукты дробления мягких пород и некоторая доля мелочи от крепких пород.

В ряду модификаций ДЦ следует особо выделить дробилку ДЦ-Титан производительностью 630 т/ч, изготавливаемую на заводе «Титан» (ОАО «Балтийский завод») по заказам ЗАО «Новые технологии».

В рамках опытно-методических работ по изучению обогатимости низкосортных руд Мурунтау проведены исследования связи содержания золота в кусках с их массой (весом) для класса крупности «-100+50 мм», в предположении зависимости размера (массы) куска от его механической прочности, рис.

Согласно рис., в выборке из 1410 кусков со средним содержанием золота 0,85 г/т, отобранных из крупнотоннажных технологических проб низкосортных руд, наблюдается закономерное возрастание среднего содержания золота в кусках по классам их крупности (веса).

Среднее содержание в массиве кусков класса «+160 г» по данным гамма-активационного анализа составило 1,24 г/т. Эти данные подтверждают

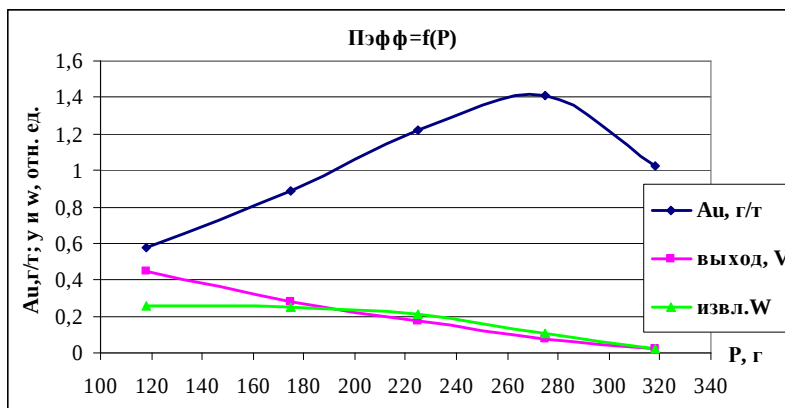


Рис. Показатели эффективности обогащения (Пэфф) резервной массы руд Мурунтау по классам веса (P, г) кусков

принципиальную возможность обогащения резервной массы руд Мурунтау по технологии щадящего дробления с выделением в концентрат плюсовых классов продуктов грохочения, обладающих повышенной прочностью. При этом, если за пороговое значение массы куска принять, например, 160 г, а среднюю удельную плотность пород кремнистой формации принять равной 2,5 г/см³, то объем такого куска составит 64 см³ (160:2,5=64).

Тогда для кусков условно кубической (ромбоидной) формы получаем, что оптимальный пороговый размер ячеек сита грохота должен быть 40х40 мм (4·4=64).

Другими словами, если исходную лежалую горную массу техногенных образований, прошедшую предварительное дробление до класса крупности «-200 мм» для транспортировки по конвейерной линии ЦПТ, подвергнуть всего лишь классификации на грохоте с размером ячеек сита 40х40 мм, то полученный плюсовой класс («+40 мм») уже будет представлять собой обогащенный продукт.

Исследованиями фракционного состава исходной взорванной массы, вовлекаемой в экскавацию в карьере Мурунтау, установлено, что она на 35-45% состоит из фракции класса «-40 мм», представленной смешением в разном соотношении обломков пород кремнистой формации и сланцев. Исходя из этого, приходим к выводу, что для того чтобы выделить из этой фракции кремнистую или углисто-глинистую составляющую, необходимо определить оптимальный режим щадящего дробления исходной массы и последующего грохочения на ДСК, т.е. провести соответствующие опытно-методические работы и технологические испытания.

Если для дробления применить ДЦ-Титан производительностью 630 т/ч, число часов работы дробилки принять равным нормативному (5500 ч/год), то можно рассчитать производительность ДСК применительно к рудоподготовке горнорудной массы техногенных образований рудника Мурунтау.

За исходные показатели примем равными выхода фракций «+40 мм», «-40+25 мм» и «-25 мм», т.е. по 1/3 от исходной массы. Тогда производительность ДСК по исходной массе составит 4,6 млн. т в год:

$$\begin{aligned} 630 \text{ т/ч} \cdot 5500 \text{ ч/год} &= 3465000 \text{ т/год} \\ \text{или } 630 \text{ т/ч} \cdot 5500 \text{ ч/год} &= 3465 \text{ тыс. т} \\ &= 3,465 \text{ млн. т} \end{aligned}$$

Следовательно, для переработки исходной массы с производительностью 30 млн. т в год потребуются 7 штук ДСК, т.к.

$$30 : 4,62 = 6,5$$

Очевидно, обогащения резервной массы только классификацией по прочностным свойствам дроблением и грохочением будет явно недостаточно для рудоподготовки техногенных образований, т.к. потери золота в мелочи будут велики.

Согласно иерархии геохимических систем мелкая фракция класса «-5 мм» со спецотвалов резервной массы должна в пропорции 3:1:0,3 состоять из породной массы, «спецпороды» и тяжелой фракции рудных минералов.

Для её обогащения могут быть использованы **классификаторы каскадно-гравитационные (КГ)**. В них применен способ разделения сыпучих материалов в воздушном потоке по размеру или плотности (при одной размерности частиц) с возможностью бесступенчатой регулировки границ разделения.

С учетом требуемых объемов рудоподготовки наибольший интерес для обогащения мелкой фракции техногенных образований рудника Мурунтау представляют КГ серии «Титан», **производительностью 100 т/час**. По аналогии с расчетом, представленным для ДЦ-Титан, для семи КГ (в составе семи ДСК) получим:

- производительность по исходной массе – 3,85 млн. т/год, т.к.:

$$100 \text{ т/ч} \cdot 75500 \text{ ч/год} = 7550000 \text{ т/год}$$

- выход обогащенного продукта – 1,162 млн. т/год, т.к.:

$$7550000 \cdot (1 + 0,3) : (3 + 1 + 0,3) \approx 11620000 \text{ т/год}$$

Несомненный интерес представляют прогнозные технологические показатели рудоподготовки по «сухой» технологии.

Их расчет и контрольные значения на условную единицу исходной массы на основании исходных данных, полученных по результатам опытно-методических работ (выделены *жирным курсивом*), представлены в табл.

Краткие выводы:

1. **На руднике Мурунтау**, в случае внедрения технологии механического обогащения резервных запасов техногенных образований, за счет поставок на ГМЗ-2 продукта обогащения возникнут условия для планируемого маневра в перераспределении объемов горных работ между подготовкой рудных блоков к добыче (вскрышные работы) и их отработкой.

2. **На ГМЗ-2** за счет вовлечения в передел очищенного и обогащенного продукта, вместо исходных убогих руд, содержащих вредные примеси:

- **повысится удельный выход готового продукта** на условную единицу перерабатываемой рудной массы;

- **повысится КПД шаровых мельниц**, т.к. крупность кусков в поставляемой рудной массе будет меньше и будет уменьшена доля в ней мяг-

Таблица

Расчет и контрольные значения опытно-методических работ

Контрольные показатели	Усл. знак	Значение	Расчет, примечание
1. Выход по входному грохоту «±40 мм», отн. ед.: - «+40 мм» - «-40 мм»	W_{+40} W_{-40}	$1/3$ $2/3$	концентрат-1 для ГМЗ-2 продукт для «ДСК»
2. Содержание золота, г/т: - в исходной массе - «+40 мм» - «-40 мм»	q_{pm} q_{+40} q_{-40}	$0,75$ $1,24$ $0,51$	$q_{-40} = (q_{pm} \cdot W_{pm} - q_{+40} \cdot W_{+40}) : W_{-40} =$ $= (0,75 \cdot 1 - 1,24 \cdot 1/3) : 2/3 = 0,51$
3. Выход по «ДЦ», отн. ед.: - «+5 мм» - «-5 мм».	W_{+5} W_{-5}	$1/3$ $1/3$	поровну от «-40 мм» продукт для КВ продукт для «КГ»
4. Содержание золота, г/т: - в классе «+5 мм» - в классе «-5 мм»	q_{+5} q_{-5}	$0,64$ $0,39$	$q_{-5} = (q_{-40} \cdot W_{-40} - q_{+5} \cdot W_{+5}) : W_{-5} = (0,51 \cdot 2/3 - 0,64 \cdot 1/3) : 3 =$ $0,39$
5. Выход по «КГ» фракции «-5 мм», отн. ед.: - «крупная фракция» (на КВ) - «мелкая легкая фракция» - «мелкая тяжелая фракция», продукт для ГМЗ-2	W_{+2} $W_{лф}$ $W_{тф}$	$0,078$ $0,233$ $0,023$	$W_{+2} + W_{лф} + W_{тф} = W_{-5}$ $W_{+2} : W_{лф} : W_{тф} = 1 : 3 : 0,3$ $W_{+2} + W_{лф} + W_{тф} = 4,3$ $W_{+2} = W_{-5} : 4,3 = 0,078$ $W_{лф} = W_{+2} \cdot 3 = 0,233$ $W_{тф} = W_{+2} \cdot 0,3 = 0,023$
6. Содержание золота в продуктах КГ, г/т: - в «крупной фракции»; - в «мелкой легкой фракции»; - в «мелкой тяжелой фракции».	q_{+2} $q_{лф}$ $q_{тф}$	$0,36$ $0,15$ $2,91$	$q_{тф} = (q_{-5} \cdot W_{-5} - q_{+2} \cdot W_{+2} - q_{лф} \cdot W_{лф}) : W_{тф} = (0,39 \cdot 1/3 -$ $0,36 \cdot 0,078 - 0,15 \cdot 0,233) : 0,023 = 2,91$
Итого:			
Концентрат для ГМЗ-2 - выход, отн. ед.; - содержание золота, г/т; - доля запасов (извлечение), отн. ед.	W_K q_K P_K	$0,356$ $1,35$ $0,64$	$W_K = W_{+40} + W_{тф} =$ $= 1/3 + 0,023 = 0,356$ $q_K = (q_{+40} \cdot W_{+40} + q_{тф} \cdot W_{тф}) :$ $: (W_{+40} + W_{тф}) =$ $= (1,24 \cdot 1/3 + 2,91 \cdot 0,023) : 0,356 = 1,35$ $P_K = (q_K \cdot W_K) : (q_{pm} \cdot W_{pm}) =$ $= (1,35 \cdot 0,356) : (0,75 \cdot 1) = 0,64$
Хвосты - выход, отн. ед.; - содержание золота, г/т; - доля запасов (потери), отн. ед.	W_{XB} q_{XB} P_{XB}	$0,233$ $0,15$ $0,047$	$W_{XB} = W_{лф} - q_{XB} = q_{лф}$ $P_{XB} = (q_{XB} \cdot W_{XB}) : (q_{pm} \cdot W_{pm}) =$ $= (0,15 \cdot 0,233) : (0,75 \cdot 1) = 0,0466$
Спешпродукт для КВ - выход, отн. ед.; - содержание золота, г/т; - доля запасов (извлечение), отн. ед.	$W_{СП}$ $q_{СП}$ $P_{СП}$	$0,41$ $0,59$ $0,32$	$W_{СП} = W_{+5} + W_{+2} = 1/3 + 0,078 = 0,41$ $q_{СП} = (W_{+5} \cdot q_{+5} + W_{+2} \cdot q_{+2}) : (W_{+5} + W_{+2}) =$ $= (1/3 \cdot 0,64 + 0,078 \cdot 0,36) : 0,41 = 0,59$ $P_{СП} = (q_{СП} \cdot W_{СП}) : (q_{pm} \cdot W_{pm}) = 0,59 \cdot 0,41 : 0,75 = 0,32$

кой породной массы, гасящей энергию ударов шаров;

- **снизятся удельные расходы реагентов** за счет существенного снижения в руде содержания углефицированных минералов – сорбентов золота и нейтрализаторов технологических растворов;

- **снизятся расход ионообменных смол**, т.к. содержание в пульпе сопутствующих золоту рудных элементов, с опережением золота сающихся на смолах (серебро, медь, цинк и др.) будет пониженным, благодаря их аккумуляции в мелкой тяжелой фракции, отсекаемой еще на стадии «сухого» обогащения;

- **снизятся потери золота в скрапе**, образующемся в результате наклепа частиц самородного золота на шары, используемые в шаровых мельницах для тонкого измельчения руды, т.к. частицы самородного золота еще на стадии «сухого» обогащения будут аккумулироваться в мелкой тяжелой фракции, которую надо будет подготавливать отдельно для дальнейшего передела гравитацией и цианированием, минуя измельчение в шаровых мельницах.

лой фракции, которую надо будет подготавливать отдельно для дальнейшего передела гравитацией и цианированием, минуя измельчение в шаровых мельницах.

3. На участке КВ появится возможность:

- **производить обогащенный продукт** и отчитываться за выполнение плановых показателей производства его поставками на ГМЗ-2 (крепкие фракции + тяжелая фракция рудных минералов);

- **отказаться от агломерации**, т.к. мелкая фракция, очищенная от пород черносланцевой формации и вовлекаемая в процесс КВ, будет иметь кубовидно-округлую форму, т.е. обладать улучшенными фильтрационными свойствами;

- **повысится коэффициент извлечения золота**, благодаря предварительной очистке рудной массы от кальматантов – углисто-глинистых минералов безрудных пород черносланцевой формации.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ УЧАСТКА ЗАПАДНЫЙ ЧАШТЕПА

Ахмедов Х., зав. лабораторией обогащения руд благородных металлов НИИМР, канд. техн. наук; **Попов Е.Л.**, зав. отделом технологии переработки минерального сырья НИИМР, канд. техн. наук; **Расульмухамедов А.А.**, инженер НИИМР; **Хабибуллаева Г.Р.**, инженер НИИМР

Обогатимость руды участка Чаштепа изучалась в Ингичкинской ОМТЭ в 1982 г. Установлено, что из руды, содержащей 0,55% WO_3 , магнитной сепарацией в черновой концентрат -0,98% WO_3 - можно получить извлечение 77,47% WO_3 . Доводка этого промпродукта различными методами положительных результатов не дала.

Материал пробы, поступившей в ИМР, представлен кварц-гематит-гетит-гидрогетитовой брекчией и измененными гранодиоритами. Проба состоит из рыхлых, пористых пород с обломками кварца и гранодиоритов, которые покрыты черными, бурыми, красными, желтыми, желто-зелеными и белыми порошковатыми охрами и налетами. Сульфиды представлены как акцессорные минералы. Самыми распространенными минералами в пробе из рудных являются гидрооксиды железа. В комплексе нерудных минералов главное место принадлежит кварцу, полевым шпатам, серициту, хлориту, карбонатам и глинистым минералам.

Химическим анализом руды установлено содержания (в %): SiO_2 - 41,26; Al_2O_3 - 5,32; CaO - 5,32; MgO - 2,6; TiO_2 - 0,23; Fe_2O_3 - 34,0; WO_3 - 0,5; $S_{общ.}$ - 0,27; As - 0,07; K_2O - 1,05; Na_2O - 0,68; P_2O_5 - 0,06.

Спектральным анализом, кроме того, определены содержания (в %): Mn - 0,08; Ni - 0,0015; Co - 0,002; V - 0,003; Cr - 0,02; Mo - 0,0015; Zr - 0,04; Cu - 0,15; Pb - 0,2; Ag - 0,0006; Sb - 0,04; Bi - 0,03; Sn - 0,0005; Ga - 0,001; Be - 0,0008; Sr - 0,01; Ba - 0,15.

Главным промышленноценным компонентом руды является вольфрам, содержание WO_3 в пробе составляет 0,44%. Фазовым анализом [1, 2] установлено, что 31,8% вольфрама присутствует в фор-

ме шеелита 61,4% в форме ферритунгстита и 6,8% в форме тунгстита (табл. 1). Сокращенной методикой определено, что вольфрам представлен шеелитом на 37,5%, вольфрамитом на 58,3% и тунгститом на 4,2%.

Вольфрам гюбнерита переходит в раствор щавелевой кислоты всего на 2%, а вольфрамита на 5%. Следовательно, эти минералы не мешают определению шеелита.

Следует отметить, что нет специальной методики по определению ферберита $FeWO_4$ и ферритунгстита $Fe_2 [WO_4]$. Вольфрамит в руде при визуальном минералогическом изучении практически обнаружен не был. Это позволяет предположить очень тонкое распределение его в гидрооксидах железа с переходом в ферритунгстит. По литературным данным [3] в зоне окисления при выветривании вольфрамит разрушается. При этом образуются землистые массы желто-бурого или бурого цвета, состоящие главным образом из ферритунгстита, иногда даже из желтовато-зеленых оксидов вольфрама -тунгстита.

В связи с низким содержанием марганца -0,05% в руде вряд ли присутствует гюбнерит.

На основании изучения вещественного состава пробы № ТП-1 руды участка Западный Чаштепа, характера вкрапленности минералов, слагающих руду, а также изучения литературных данных [3-6] и фондовых материалов, опыта ранее проведенных исследований руд, аналогичных по вещественному составу изучаемым, в качестве основных методов обогащения приняты гравитационный, магнитный, флотационный. Кроме того, использовался окислительный и восстановительный обжиг, а также цианирование руды и продуктов обогащения в качестве вспомогательных методов.

Согласно гравитационному анализу основная часть вольфрама (81,71%) переходит в тяжелую фракцию уже при крупности -1+0,5 мм. При этом, содержание вольфрама в легкой фракции составляет 0,1%. Суммарно в тяжелую фракцию с удельным весом более 2,9 г/см переходит 23,31% материала пробы со средним содержанием 1,29% WO_3 при извлечении его 68,39%.

Гравитационное обогащение руды крупностью -1+0мм на концентрационном столе при узкой классификации материала позволило вы-

Таблица 1

Результаты фазового анализа руды на вольфрам

Форма нахождения	Содержание WO_3 в пробе, %		Распределение WO_3 в пробе, %	
	основн. методика	сокращ. методика	основн. методика	сокращ. методика
Вольфрам шеелита	0,18	0,14	37,5	31,8
Вольфрам вольфрамит (ферритунгстита)	0,28	0,27	58,3	61,4
Вольфрам тунгстита	0,02	0,03	4,2	6,8
Итого:	0,48	0,44	100	100

делить гравеоцентрат с выходом 10,94%, содержащий 1,42% WO_3 , при его извлечении 34,8%. Дополнительно получен промпродукт содержащий 0,55% WO_3 , при его извлечении 17,77%.

При магнитной сепарации руды крупностью -0,5+0мм при узкой классификации удалось перевести в магнитную фракцию 36,04% WO_3 при его содержании в ней 0,9% (напряженность поля 520 кА/м). При увеличении напряженности поля до 1020 кА/м в магнитную фракцию извлекается 63,24% WO_3 при его содержании 0,7%.

Доводка полученных гравеоцентратов магнитной сепарацией дала увеличение содержания до 1,36-1,94% WO_3 при низком извлечении 9,53-23,93%.

После окислительного обжига в магнитную фракцию удастся извлечь 44,8 WO_3 при его содержании в ней 0,9%. Концентрацией на столе в продукт, содержащий 1,17% WO_3 , извлекается его 29,8%.

При мокрой магнитной сепарации (25-35 кА/м) огарка восстановительного обжига в магнитную фракцию, содержащую 1,29% WO_3 , извлекается его 60,66%.

При флотационном обогащении руды в пенный продукт с реагентом СТМ-10 (очищенный хлопковый мылосток) извлекается 40,91% WO_3 при его содержании в нем 0,9%.

На основании результатов проведенных испытаний была составлена комбинированная гравитационно-магнитно-флотационная схема обогащения изучаемой руды участка Западный Чаштепа (рис.).

Исходная руда массой 5 кг подвергалась грохочению по классу 0,5 мм с доизмельчением крупного класса, после чего обогащалась на концентрационном столе. Гравеоцентрат подвергался сушке и затем три раза подвергался обогащению на индукционно-роликовом электромагнитном сепараторе (при напряженности поля 720, 820 и 1020 кА/м). Немагнитная фракция доизмельчалась до крупности 70% кл.-0,074 мм, объединялась со шламами и подвергалась флотации в оптимальном режиме. Черновой флотоконцентрат после сгущения подвергался пропарке в течение 30 мин в 3,5%-ном растворе жидкого стекла при температуре 85°C. После пропарки и охлаждения концентрат перечищался два раза.

Результаты комплексного опыта приведены в табл. 2 и 3.

Таким образом, по комбинированной схеме из изучаемой руды получен объединенный концентрат с выходом 16,06%, содержащий 1,67% WO_3 при извлечении его 48,82%. В этот же продукт извлекается

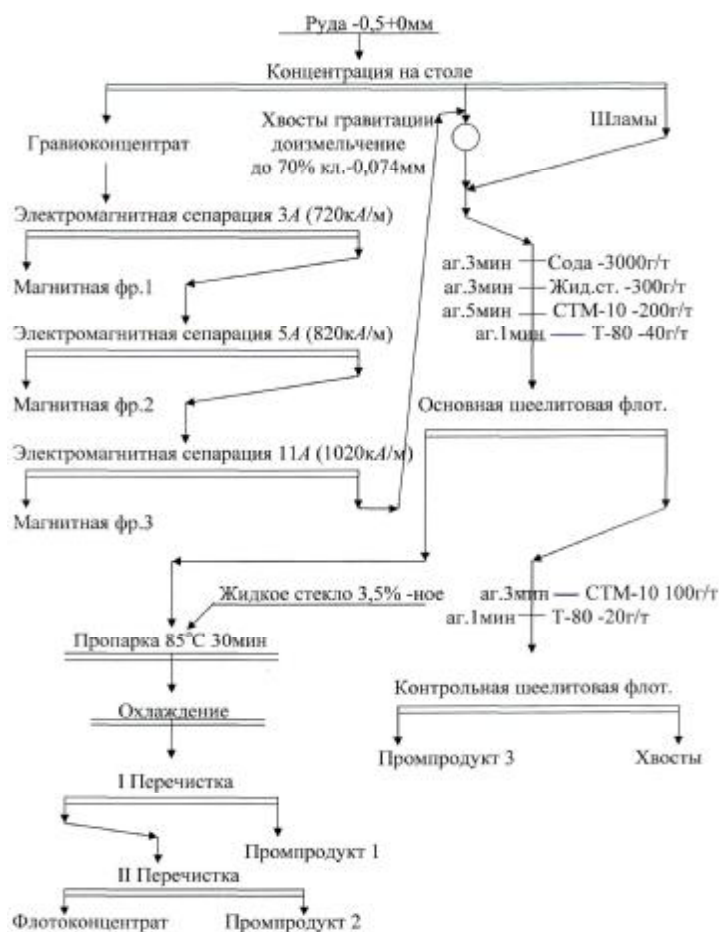


Рис. Комбинированная схема обогащения руды

37,57% Fe_2O_3 при содержании его 46,90%. В магнитной фракции содержание Fe_2O_3 составило 67,12%

Таблица 2
Результаты обогащения руды по комбинированной схеме

Продукты обогащения	Выход, %		Содержа- ние WO ₃ , %	Извлечение WO ₃ , %	
	от класса	от руды		от класса	от руды
Концентрация на столе					
Гравиоконцентрат	14,07	14,07	1,3	33,48	33,48
Хвосты стола	61,85	61,85	0,35	39,63	39,63
Шламы	24,08	24,08	0,61	26,89	26,89
Руда -0,5+0 мм	100,0	100,0	0,55	100,0	100,0
Электромагнитная сепарация					
Магнитная фр. 1	58,2	8,19	1,72	77,08	25,81
Магнитная фр. 2	6,0	0,84	1,58	7,27	2,43
Магнитная фр. 3	3,0	0,42	1,48	3,41	1,14
Суммарная магн. фр.	67,2	9,45	1,70	87,76	29,38
Немагнитная фр.	32,8	4,62	0,49	12,24	4,10
Гравиоконцентрат	100,0	14,07	1,3	100,0	33,48
Флотация хвостов гравитации					
Флотоконцентрат	7,30	6,61	1,62	27,53	19,44
Промпродукт 3	6,08	5,50	0,64	9,02	6,37
Промпродукт 2	3,04	2,75	0,67	4,76	3,36
Промпродукт 1	6,08	5,50	0,58	8,23	5,81
Хвосты флотации	77,50	70,19	0,28	50,46	35,64
Хвосты гравитации	100,0	90,55	0,43	100,0	70,62

Таблица 3

**Сводные результаты обогащения руды
по комбинированной схеме**

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		WO ₃	Fe ₂ O ₃	WO ₃	Fe ₂ O ₃
Суммарная магн. фрак.	9,45	1,70	67,12	29,38	31,64
Флотоконцентрат	6,61	1,62	18,0	19,44	5,93
Объединенный вольф- рамный концентрат	16,06	1,67	46,90	48,82	37,57
Промпродукты	13,75	0,62	25,4	15,54	17,42
Хвосты флотации	70,19	0,28	12,86	35,64	45,01
Руда	100,0	0,55	20,05	100,0	100,0

при извлечении его 31,64%. Доводка вольфрамсодержащего продукта различными методами не дала положительных результатов.

Особенностью руды является наличие плотных гидроокисных пленок железа на поверхности всех минералов, составляющих пробу. Эти пленки сильно изменяют физико-химические свойства минералов и их поведение в процессах обогащения.

Следует отметить, что за рубежом [6] шеелитсодержащие руды перерабатываются по комбинированным схемам, включающим получение флотацией низкосортных черновых концентратов (3-20% WO₃) с последующей их автоклавно-содовой переработкой. При автоклавном выщелачивании при температуре 270-280°C и продолжительности 15 мин извле-

чение вольфрама в раствор составляет свыше 99%.

При производстве ферровольфрама обычно добавляется оксид железа. Ферровольфрам представляет собой сплав вольфрама с железом, содержащий до 80% вольфрама. Он применяется в качестве присадки при получении вольфрамовых сталей, широко используемых в различных отраслях промышленности. На производство ферровольфрама расходуется примерно 90% всего добываемого вольфрама.

При восстановительной плавке вольфрамовые концентраты восстанавливаются углеродом в присутствии оксида железа с образованием жидкого расплава. Вместо оксида железа можно использовать продукты, которые получаются в результате обогащения руды участка Западный Чаштепа.

В оптимальном режиме из руды цианируется 89,58% золота от содержащегося в ней 0,48 г/т Au.

На основании проведенных исследований вольфрамсодержащие руды участка Западный Чаштепа следует отнести к чрезвычайно труднообогатимым, что объясняется, прежде всего, очень тонким распределением вольфрама в гидрооксидах железа с переходом в ферритунгстит и тунгстит, которые образуют практически неразделимые землистые массы, ошлаговывающиеся при измельчении руды. В настоящей работе не удалось получить продукты с содержанием выше 2-2,5% WO₃ методами гравитации, магнитной и электромагнитной сепарации, флотации даже при различных видах обжига руды (окислительный, восстановительный и без доступа воздуха).

Список литературы:

1. Дуденков СВ., Шубов Л.Я. и др. Основы теории и практика применения флотационных реагентов. М., «Недра», 1969, 390 с.
2. Фишман М.А., Соболев Д.С. Практика обогащения руд цветных и редких металлов. Том IV. М., Госгортехиздат, 1963, с. 66-281.
3. Федорова М.Н. В кн.: Фазовый химический анализ руд черных металлов и продуктов их переработки. М., «Недра», 1972, с. 146-151.
4. Филиппова Н.А. Фазовый анализ руд и продуктов их переработки. М., «Химия», 1975, с. 174-179.
5. Справочник по обогащению руд. Т II. Специальные и вспомогательные процессы, испытания обогатимости, контроль и автоматика. Под ред. О.С. Богданова. В.И. Ревнищева. 2-е изд. перераб. и доп. М., «Недра», 1983, 376 с.
6. Справочник. Минеральное сырье. Вольфрам. Б.С. Чернов, СВ. Белов, Е.С. Бронницкая и др. ЗАО «Геоинформмарк», М., 1998.

УДК 622

© Кустова Л.А., Черкасов В.Ю. 2008 г.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЗАБАЛАНСОВЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ МУРУНТАУ

Кустова Л.А., начальник ЦЗЛ ГМЗ-2 Центрального рудоуправления НГМК, **Черкасов В.Ю.**, главный инженер ГМЗ-2 Центрального рудоуправления НГМК

К настоящему времени на руднике Мурунтау накоплено значительное количество забалансовых руд с содержанием золота 0,5÷1,5 г/т, полученных

при вскрышных работах и разносе бортов карьера. Основные характеристики этих руд представлены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание основных породообразующих элементов и примесей в забалансовых рудах карьера Мурунтау

Период опробования		2005 г.			2006 г.			2007 г.		
Показатели		Внешний склад №3 (нижний ярус)	III рудная залежь (забалансовая руда)	III рудная залежь (балансовая руда)	Внешний склад 3«Б»+4«Б»	Внешний склад 3«Д»+4«Д»	I рудная залежь	Внешний склад 3"3"	I рудная залежь	II рудная залежь
Содержание основных породообразующих элементов, % (Количественный анализ)	SiO ₂	68.3	72.8	78	72.6	81.5	73.3	71.8	76.3	71.1
	CaO	2.7	2.1	1.4	0.9	0.8	1.7	1.9	1.7	1.8
	Fe ₂ O ₃	5	4.5	3.3	4.5	3.6	4.5	4.5	2.9	4.2
	MnO	0.1	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.07	0.04	0.07
	Al ₂ O ₃	14.7	15.4	11.7	15.7	9.5	16.5	16.5	10.4	14.8
	MgO	2	0.8	0.8	0.8	0.7	0.9	0.9	0.6	0.8
	TiO ₂	0.4	0.46	0.45	0.46	0.43	0.46	0.45	0.44	0.46
	S общ.	0.32	0.48	0.56	0.18	1.2	0.61	0.82	0.51	0.62
	S сульфид.	0.25	0.42	0.52	0.12	1.15	0.56	0.77	0.47	0.58
	S сульфат.	0.07	0.06	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
	CO ₂ общ.	1.1	1.5	1.3	0.59	1.1	1.1	1	1.3	1.3
	CO ₂ орг.	0.12	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	Содер. Au г/т	1.25	1.24	2.45	1.4	1.03	1.26	1.52	1.23	0.93
Содержание основных примесей в забалансовых рудах карьера «М», г/т	Ni	22.8	37.9	25.3	40.7	32.6	35.9	34.5	28.5	34.5
	As	105	70.9	821.7	367.1	200.2	38.9	196	358.6	50.5
	Co	24.2	29.9	23.8	33.1	28.1	33.5	33.1	24.7	33.8
	Zn	22.4	41.3	23	51.8	20.1	71.3	45.7	25	49.9
	Cu	20.3	29	27.2	40	24.2	35.5	36.3	31.8	31.1
	Cr	66.3	62	60.9	93.3	79.3	66.9	78	63.9	70.1
	Fe	2.5	3.07	2.3	3.3	2.7	3.3	3.4	2.2	3.2
	Ag	0.34	0.22	0.53	0.32	0.23	0.23	0.24	0.35	0.22

Производственная ценность и экономическая целесообразность вовлечения этих руд в переработку в закономерно ухудшающихся горнотехнических условиях непрерывно возрастает. Существующая на ГМЗ-2 схема переработки руд месторождения Мурунтау предусматривает гравитационное обогащение на отсадочных машинах с последующей доводкой концентрата на концентрационных столах и сорбционное цианирование хвостов гравитации с

использованием ионообменной смолы. Извлечение в золотую головку не превышает 30%.

В исследуемых забалансовых рудах содержание сульфидов изменяется от 0,1 до 2%, мышьяка от 0,02 до 0,07%, органического углерода от 0,4-1,8%. Золото присутствует в виде двух разновидностей, одна из которых представлена частицами размером 0,05-0,15 мм (иногда до 0,4 мм), срastaющимися, главным образом, с нерудными минералами.

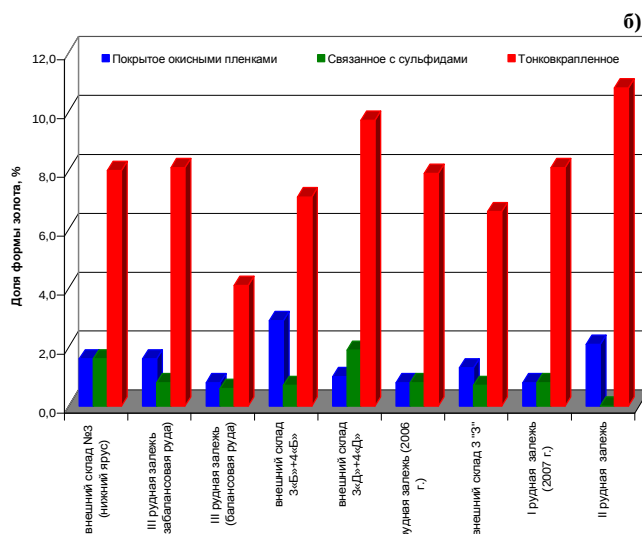
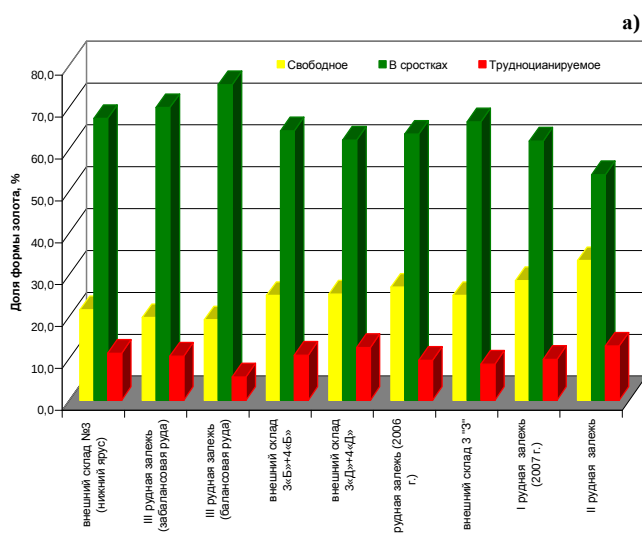


Рис. Фазовый состав общего (а) и упорного (б) золота в забалансовых рудах месторождения Мурунтау

Таблица 2

Гравитационно-сорбционные свойства забалансовых руд карьера Мурунтау

Период опробования	Наименование пробы	Извлечение золота на гравитации, %	Извлечение золота в процессе сорбционного цианирования, %	Общее извлечение золота, %	Цианопоглощение, г/г
2005 г.	Внешний склад №3 (нижний ярус)	23,2	83,3	87,2	266,0
	III рудная залежь (забалансовая руда)	37,9	82,1	88,9	272,0
	III рудная залежь (балансовая руда)	24,9	92,4	94,3	272,0
2006 г.	Внешний склад 3«Б»+4«Б»	26,4	84,5	88,6	279,0
	Внешний склад 3«Д»+4«Д»	27,2	82,7	87,4	261,0
	I рудная залежь (2006 г.)	31,7	85,1	89,8	277,0
2007 г.	Внешний склад 3 «З»	34,9	86,3	91,1	278,0
	I рудная залежь (2007 г.)	30,9	86,4	90,6	268,0
	II рудная залежь	31,2	82,0	87,6	275,0

Частицы золота второй разновидности ассоциированы с сульфидами, преимущественно с арсенопиритом, и не вскрываются даже при измельчении до $-0,047$ мм. Количественные соотношения указанных разновидностей зависят от содержания сульфидов.

Таким образом, уровень извлечения золота до некоторой степени зависит от выхода концентрата, а качеством концентрата можно управлять, изменяя степень его измельчения при доводке.

Результаты фазового анализа забалансовых руд месторождения Мурунтау по формам нахождения золота, представленные на рис., показывают возможность их переработки на ГМЗ-2 с достаточно высокими технологическими показателями. Лабораторные исследования (табл. 2) показывают, что при переработке забалансовых руд по существующей технологии, с измельчением до 80% класса $-0,071$ мм, общее извлечение будет составлять около 89,5%.

Как известно, в последние годы на ряде месторождений золотокварцевой формации, локализованных в терригенных углеродсодержащих комплексах (Магаданская и Иркутская области, Россия), используется чисто гравитационная технология обогащения, реализуемая на центробежных аппаратах. Извлечение золота не превышает при этом $80\div85\%$, но увеличение потерь золота в сравнении с извлечением, достигаемым при работе по гравитационно-флотационной схеме, компенсируется исключением затрат на флотацию и удешевлением

цианирования. Последнее объясняется не только резким (в 10 раз и более) сокращением выхода концентрата, но и тем, что в гравитационном концентрате, в отличие от флотационного, практически отсутствует сорбционно-активный углерод.

Поэтому, нами была проведена оценка возможностей обогащения забалансовых руд с использованием интенсивной гравитации на центробежных аппаратах. Эксперименты по гравитационному извлечению золота из забалансовых руд месторождения Мурунтау проводились на лабораторном концентраторе КС-МДЗ в замкнутом цикле с доизмельчением хвостов до $-0,1$ мм.

Извлечение золота в концентрат, в зависимости от минерального состава руд, изменялось в диапазоне от 62 до 88% при содержании золота в хвостах от 0,38 до 0,1 г/т. Однако, для большей части забалансовых руд

извлечение золота в гравитационный концентрат не ниже 80% при содержании золота в хвостах $0,10\div0,18$ г/т.

Извлечение золота обнаруживает обратную корреляцию с содержанием мышьяка. Исключение составляют руды со значительным ($3\div4\%$) содержанием несulfидного железа (магнетита), из которых не удалось извлечь более 62% золота.

Выход концентрата во всех опытах составлял $3,0\div3,5\%$. При гравитационной доводке концентрата в головку удаётся извлечь до 67% от исходного. Целесообразность этой операции должна быть определена экономическими расчётами.

Сорбционное цианирование гравитационных концентратов, полученных из забалансовых руд, позволяет извлечь в цианистый раствор около 98% золота.

Выводы:

При переработке основной массы забалансовых руд месторождения «Мурунтау», показана принципиальная возможность использования центробежной концентрации с получением отвальных по золоту хвостов гравитации при извлечении золота в концентрат не ниже 80% с выходом концентрата $3,0\div3,5\%$.

Сорбционное цианирование гравитационных концентратов, полученных из забалансовых руд, позволяет извлечь в цианистый раствор около 98% золота, а при гравитационной доводке концентрата в головку - не более 67% золота.

ГОРНОЕ БЮРО ЦНИЛ НГМК: РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ ИДЕЙ, ИХ ВОПЛОЩЕНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО

Саттаров Г.С., начальник ЦНИЛ НГМК; Ларионов Е.Д., начальник горного бюро ЦНИЛ НГМК

При проектировании и строительстве рудников по открытой и подземной добыче урановой руды на месторождениях Учкудук и Сугралы, был встречен ряд трудностей, объясняющихся тем, что в отечественной и мировой практике не существует аналогов отработки месторождений подобного типа. К основным особенностям месторождений, можно отнести следующие:

- руды и вмещающие породы представлены песчано-глинистыми разностями;

- породы кровли и почвы весьма неустойчивы, глины обладают высокой пластичностью, содержат монтмориллонит, вследствие чего набухают и пучатся. Они песчаные обычно рыхлые и даже при слабой обводненности совершенно неустойчивы и при повышенной обводненности переходят в плывуны;

- месторождение Сугралы, кроме того, представлено термальными водами с температурами до 56°C, обладающими агрессией к металлам и бетону. Руды и вмещающие породы содержат значительное количество твердых абразивных пропластков размерами от нескольких сантиметров до нескольких метров и «желваков» округлой формы диаметром до 50 см, с коэффициентом крепости по шкале проф. Протодяконова до 6-8.

Для разработки месторождений необходимо было решить целый ряд проблем, для чего требовалось провести значительный объем научно - исследовательских и опытно - конструкторских работ, в связи с этим был привлечен целый ряд НИИ, основным из которых являлись: ПромНИИпроект (г. Москва), его филиал № 1 (г. Ташкент), в настоящее время институт O'zGEOTEXLITI.

Базовой научно-исследовательской организацией комбината стала Центральная научно-исследовательская лаборатория (ЦНИЛ) НГМК, созданная в марте 1962 года. Для выполнения задач, связанных с развитием и внедрением новых технологий в области открытых и подземных горных работ, в структуру ЦНИЛ была включена горно - геологическая лаборатория, которая с самого начала своей работы взяла курс на решение следующих основных задач:

- исследование, разработка и внедрение прогрессивной технологии открытых и подземных горных работ;

- механизация и автоматизация горнодобывающих процессов и механизмов (рис. 1-2).

При понижении горных работ на карьерах Учкудука были вскрыты неокисленные плотные алевроитовые глины, трудно поддающиеся разработке роторными экскаваторами в связи с тем, что фактическое усилие копания в 1,3÷1,5 раз превышает паспортные значения.

Проведенные исследования показали экономическую эффективность предварительного рыхления забоев роторных экскаваторов буровзрывным способом. Физико-механические свойства горного массива и, в первую очередь, пластичность глин требовали специфического подхода к разработке методов и средств ведения взрывных работ. При этом, особое внимание уделялось равномерной проработке массива и гранулометрическому составу разрыхленной горной массы. Размер куски породы для эффективной работы техники непрерывного действия не должен превышать 300-400 мм, а выход негабарита – не более 0,5%. Для достижения этой цели были определены рациональные параметры взрывной сети, применено опережающее взрывание рассредоточенных зарядов с оставлением подпорной стенки из ранее взорванной горной массы, а также технология взрывания плотных глинистых пород параллельно сближенными зарядами.

Разработанные методы взрывания обеспечили устойчивую работу роторных комплексов на плотных глинах, позволили сохранить достигнутую



Рис. 1 Экскаватор ЭРГ – 1600/3000

при разработке окисленных глин производительность (2,54-3,66 млн. м³/год).

Успешное применение роторных экскаваторов на разработке плотных неокисленных глин позволило использовать их для выемки мергелей карьера № 13, что имеет существенное значение для

предприятия.

Внедрение горных комплексов КГТО-2 с роторными экскаваторами ЭРГ-400/1000 производительностью 1000 м³/час и уникальным комплексом с экскаватором ЭРГ-1600/3000 производительностью 3000 м³/час (рис. 1), впервые проводилось на

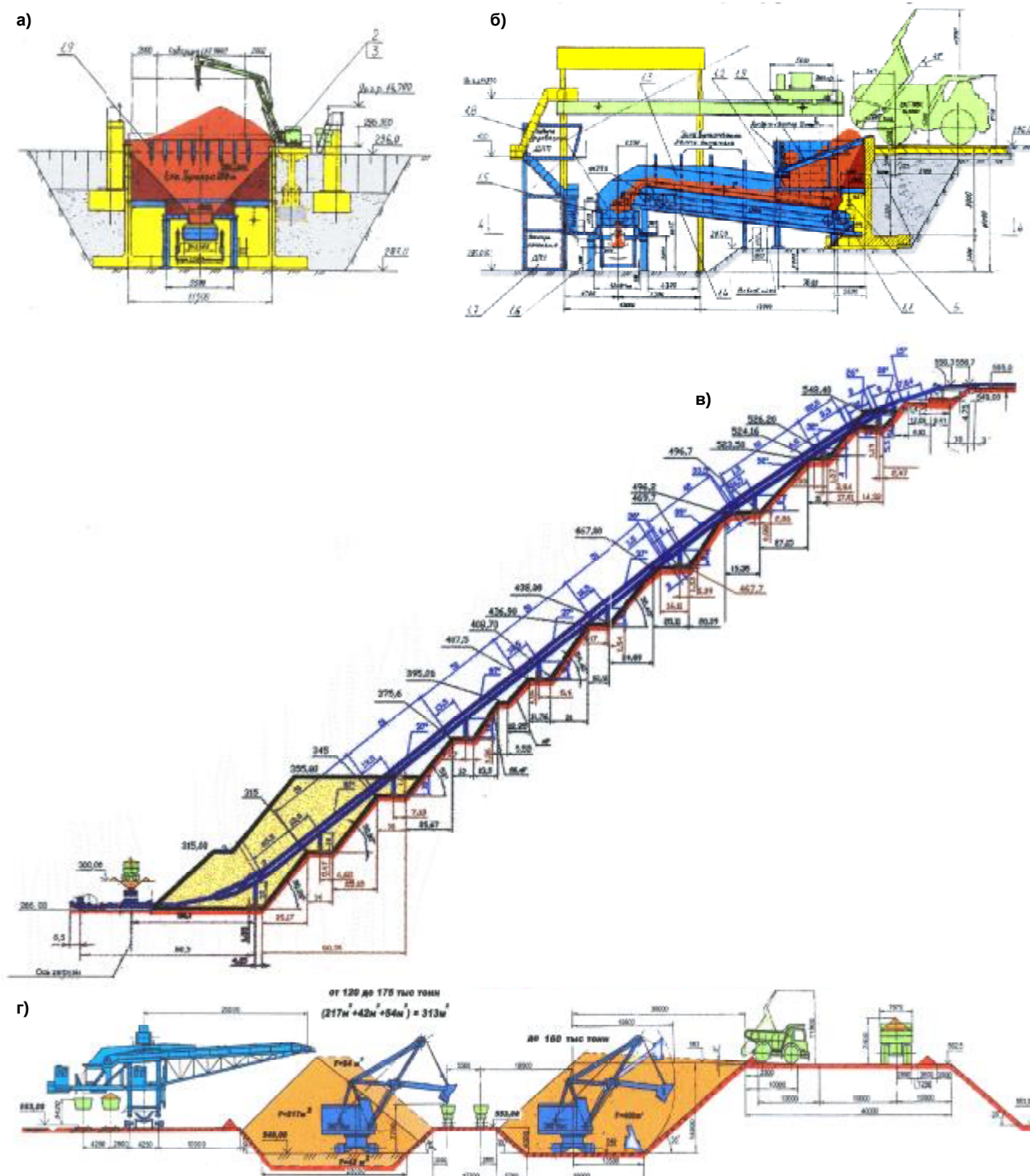


Рис. 2. Комплекс ЦПТ – руда: а) приемный бункер; б) дробильно-перегрузочный пункт; в) крутонаклонный конвейер; г) погрузочно-складской комплекс

открытых горных работах урановых месторождений Учкудука.

Не многие сегодня помнят, что из себя представляет «трехтысячный комплекс» – это роторный экскаватор массой 3500 т, на четырех ходовых тележках с четырьмя гусеницами на каждой, ширина траков которых 2 метра, высота экскаватора составляла 64 метра (здание в 20 этажей!), высота заходки (забоя) 35-40 метров.

В состав комплекса кроме экскаватора, входили два отвалообразователя на шагающем ходу с поворотными отвальными стрелами длиной 90 м и массой 800 т каждый, а также пять конвейеров длиной 500 м каждый, с самоходными приводными станциями на гусеничном ходу. Общая масса роторного комплекса производительностью 3000 м³/час составляла 13500 т.

Период работы предприятия с 1978 по 1985 гг. характеризовался постепенным затуханием шахтного способа добычи урановой руды, необходимость в дальнейшем развитии подземного метода отпала. В это же время в связи с сокращением объемов работ горная лаборатория была переименована в горное бюро.

С этого момента горное бюро всецело занимается открытыми горными работами, которым отдано предпочтение на предприятиях комбината. Горное бюро проводит исследования и предпроектные проработки вариантов развития крупнейшего в составе НГМК карьера Мурунтау, а также развития циклично-поточной технологии (ЦПТ) в карьере и выполняет анализ надежности работы современной горной техники.

За многолетнюю и плодотворную деятельность горного бюро, хочется особенно отметить следующие работы:

1. Освоение, анализ и внедрение горных комплексов КГТО-2 с роторными экскаваторами ЭРГ – 400/1000 и уникальным комплексом с экскаватором ЭРГ – 1600/3000.

2. Изыскание рациональных параметров буровзрывных работ, обеспечивающих высокую производительность роторных экскаваторов.

3. Анализ преимущества простейших взрывчатых смесей и комплексной механизации взрывных работ.

4. Совершенствование рудоподготовки для ГМЗ-2 с использованием существующего оборудования ЦПТ.

5. Исследование и разработка вариантов кучного выщелачивания бедных урановых руд, схем дробления, транспорта и отсыпки кучи.

6. Исследование и разработка технологических схем комплекса ЦПТ с трехстадиальным дроблением.

7. Изучение и внедрение передвижных дробильных установок в сочетании с крутонаклон-

ными конвейерами.

8. Инвестиционная программа по «Строительству IV очереди карьера Мурунтау», утвержденная Постановлением Президента Республики Узбекистан, предусматривает строительство комплекса ЦПТ-руда (рис. 2) на северо-восточном борту с применением стационарного крутонаклонного конвейера высотой 270 м (угол наклона 37°), дробильно-перегрузочного пункта на базе шнекозубчатой дробилки ДШЗ 1300/300 и погрузочно-складским комплексом на базе скального погрузчика-штабелеукладчика ПШС для перегрузки в ж/д вагоны и последующей доставки дробленой руды на ГМЗ-2.

9. Сбор данных и исследование статистики о работе комплекса ЦПТ, гидравлических экскаваторов, автосамосвалов иностранных фирм и буровых станков, работающих на карьерах Мурунтау и Кокпатав.

Решение всех перечисленных задач было невозможно без грамотных, а главное, увлеченных своим делом специалистов. Хочется отдельно отметить, что горная лаборатория и горное бюро стали своеобразной кузницей высококвалифицированных кадров, давшей путевку в жизнь многим руководителям и специалистам, которые трудятся в настоящее время в разных подразделениях НГМК.

В разное время здесь трудились: **Сытенков В.Н.**, в настоящий момент главный инженер ЦРУ НГМК, профессор, доктор технических наук; **Николаенко С.Ф.** - начальник отдела техники безопасности РУ-5; **Лалак А.Г.** - начальник горного отдела НГМК; **Салихов Р.Р.** - заместитель начальника горного отдела НГМК; **Бородаев А.М.** - заместитель начальника горного отдела НГМК; **Токаренко С.В.** - инженер 1 категории горного отдела НГМК; **Смирнов Ю.П.** - ведущий инженер производственно-технического отдела НГМК; **Тудвасев В.М.** - старший преподаватель кафедры «Горное дело» НГТИ; **Мальцева Н.И.** - инженер планового отдела НГМК.

За весь период работы горную лабораторию возглавляли **Пахомов Вячеслав Петрович** (1972-1975 гг.), **Останин Михаил Николаевич** (1975-1989 гг.), **Ларионов Евгений Дмитриевич** (1989 г. - по настоящее время).

Горная лаборатория переименована в горное бюро, но суть её осталась прежней, здесь всё также ведутся жаркие споры о перспективных направлениях развития горных работ, разрабатываются технические идеи, которые затем воплощаются в сообщениях и чертежах.

Однако, самым главным достижением горного бюро можно считать то, что многие предложения, рожденные здесь, были не только изучены, но и внедрены в производство и приносят ощутимую прибыль для комбината и республики в целом.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО УГЛЕРОДА И УГЛЕРОДА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ АБСОРБЦИИ ПРИ СЖИГАНИИ ПРОБ В ТОКЕ КИСЛОРОДА

Петухов О.Ф., главный инженер ЦНИЛ НГМК, канд. техн. наук; **Мазур П.С.**, начальник аналитической лаборатории ЦНИЛ НГМК; **Серова Е.С.**, руководитель группы аналитической лаборатории ЦНИЛ НГМК; **Афиногеев Д.В.**, инженер аналитической лаборатории ЦНИЛ НГМК

В процессе контроля технологии переработки углистых руд, флотоконцентратов, кеков биоокисления, сланцев и других углеродсодержащих продуктов весьма актуальной является проблема точного и быстрого (экспрессного) определения общего углерода и углерода органического вещества (рис.1-2, табл. 1-4).

Титриметрический метод определения углерода органического вещества [1] отличается относительно низкой точностью и воспроизводимостью получаемых результатов.

Объёмный метод определения общего углерода ($C_{\text{общ}}$) с предварительным прокаливанием навески в

токе кислорода [2] по точности относится к контрольным, но не позволяет проводить раздельное определение общего углерода и углерода органического вещества ($C_{\text{орг}}$). Кроме того, этот метод длителен по времени и предполагает большой расход реактивов.

Новейшие разработки в технологии сжигания и последующей регистрации окиси углерода методом ИК-абсорбции, позволили сконструировать анализаторы углерода, совмещающие высокую точность и экспрессность определения. К таким анализаторам относятся, например анализаторы фирмы LECO: «LECO SC-144DR», «LECO SC-400» и другие (рис. 1). Однако с использованием этих анализаторов возможно определение только $C_{\text{общ}}$.

Целью работы явилась разработка методики выполнения измерений общего углерода и углерода органического вещества методом инфракрасной абсорбции при сжигании проб в токе кислорода. Работы проводились на анализаторе серы и углерода «LECO SC-144DR». Схема прибора представлена на рис. 2.

Анализ начинается с процедуры взвешивания пробы в специальной керамической лодочке. После этого, значение веса образца вносится в программу и запускается процесс анализа. Анализатор автоматически продувает весь измерительный тракт чистым кислородом и устанавливает значение нулевого фона, после чего лодочка с образцом помещается в трубчатую печь, нагретую до температуры 1350°C (максимально 1450°C). Камера сгорания заполняется кислородом и начинается горение образца в атмосфере кислорода. В процессе сгорания углерод, содержащийся в пробе, окисляется до CO , концентрация которого определяется в инфракрасной ячейке. Величина абсорбции, измеренная в ячейке, прямопропорциональна содержанию углерода в пробе. Вода, выделяющаяся при горении пробы, поглощается ячейками, заполненные ангидроном.



Рис.1. Анализаторы фирмы LECO: «LECO SC-144DR», «LECO SC-400»

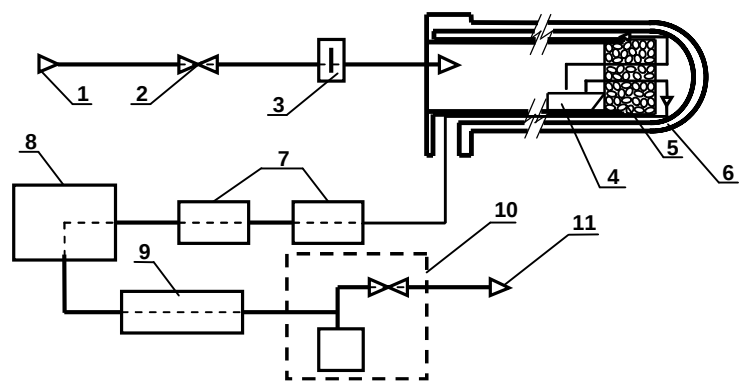


Рис. 2 Схема анализатора углерода: 1 – линия кислорода, кислородный баллон; 2 – входной кислородный редуктор; 3 – предохранительный сбросной клапан; 4 – керамическая лодочка с навеской; 5 – фильтр грубой очистки; 6 – трубчатая печь; 7 – ангидрон; 8 – вакуумный насос; 9 – серная и углеродная инфракрасные ячейки; 10 – регулятор выходного давления; 11 – вытяжная вентиляция

В анализаторе установлена одна инфракрасная ячейка для определения общего углерода (до 100%).

На первом этапе исследования проводились на стандартных образцах карбонатных минералов, не содержащих в своём составе углерода органического вещества. Результаты измерений массовой доли $C_{\text{общ}}$ при $n=10$ и $P=95\%$ приведены в табл. 1.

Как видно из представленных в табл. 1 данных, получена очень хорошая сходимост между содержаниями $C_{\text{общ}}$, указанных в паспорте СО минералов, и найденными значениями $C_{\text{общ}}$ методом инфракрасной абсорбции при сжигании проб в атмосфере кислорода.

На втором этапе исследования проводились на стандартных образцах, в которых углерод представлен только углеродом органического вещества. Результаты измерений массовой доли $C_{\text{орг}}$ при $n=10$ и $P=95\%$ приведены в табл.2.

В табл. 2 показана очень хорошая сходимость между содержаниями $C_{\text{орг}}$, указанных в паспорте СО, и найденными значениями $C_{\text{орг}}$ методом инфракрасной абсорбции при сжигании проб в атмосфере кислорода.

И, наконец, на заключительном этапе исследования проводились на стандартных образцах, в которых углерод представлен как в виде углерода органического вещества, так и в виде карбонатов. Для раздельного определения $C_{\text{общ}}$ и $C_{\text{орг}}$ был разработан и успешно реализован следующий метод пробоподготовки. Сначала определяют массовую долю общего углерода ($C_{\text{общ}}$). Для чего навеску пробы массой $(0,3-0,6) \pm 0,01$ г загружают в специальную лодочку, которую помещают в печь анализатора и проводят измерение $C_{\text{общ}}$.

Для определения массовой доли углерода органического вещества:

1. Навеску пробы массой $0,3 \pm 0,1$ г помещают в специальную лодочку. Для каждой пробы готовят по три навески. Лодочки с навесками ставят на электроплитку умеренного нагрева, приливают пипеткой в каждую лодочку по 3-4 мл раствора 1N соляной кислоты, после окончания реакции (выделение пузырьков газа) добавляют пипеткой 1 мл раствора 1N соляной кислоты для проверки прекращения реакции. Если реакция в пробе не прекратилась, (пузырьки газа продолжают выделяться), то к пробе добавляют по каплям из пипетки 1N раствор соляной кислоты до полного прекращения реакции (выделение пузырьков газа). После чего лодочку с пробой оставляют на плитке до полного удаления жидкой фазы, снимают с плитки, охлаждают на воздухе.

2. Параллельно ведут «холостую» пробу, которая должна содержать все реактивы и не содержать определяемого материала. Для этого в пустую лодочку приливают пипеткой столько же 1N раствора соляной кислоты, сколько её добавляют в пробы.

Таблица 1

Результаты измерения массовой доли $C_{\text{общ}}$ в карбонатных минералах

СО минералов	Химическая формула	Содержание $C_{\text{общ}}$, %	
		По паспорту	Найдено
Кальцит	CaCO_3	12,00	12,00
Магнезит	MgCO_3	14,29	14,23
Доломит	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	13,04	13,00
Смитсонит	ZnCO_3	9,60	9,55

Таблица 2

Результаты измерения массовой доли $C_{\text{орг}}$ в стандартных образцах

Стандартный образец	Наименование	Содержание $C_{\text{орг}}$, %	
		По паспорту	Найдено
ОСЧ -7-3	Уголь спектральный	99,90	99,88
СКТ-3	Уголь активированный	87,00	86,95
СЛ - ГЧ	Сланец горючий	33,24	33,28

Таблица 3

Результаты по определению $C_{\text{общ}}$ и $C_{\text{орг}}$ в стандартных образцах

ГСО	По паспорту, %		Найдено ($n=10$), %	
	$C_{\text{общ}}$	$C_{\text{орг}}$	$C_{\text{общ}}$	$C_{\text{орг}}$
РЗК-6ХГ	0,57	0,29	0,59	0,29
РЗС-8ХЦ	1,41	0,10	1,40	0,10
РЗ-3ХО	3,46	0,29	3,36	0,22

Лодочку с навеской пробы после разложения соляной кислотой помещают в печь и сжигают пробу в атмосфере кислорода. Регистрацию сгоревшего углерода (в виде СО) проводят методом инфракрасной абсорбции. В результате получают значение массовой доли углерода органического вещества в пробе ($C_{\text{орг}}$).

При необходимости легко рассчитать содержание CO_2 в пробе (%):

$$[\text{CO}_2] = (C_{\text{общ}} - C_{\text{орг}}) \cdot 3,67$$

Результаты измерений массовой доли $C_{\text{общ}}$ и $C_{\text{орг}}$ в СО при $n=10$ и $P=95\%$ приведены в табл. 3.

Как видно из представленных в табл. 3 данных, получена очень хорошая сходимость между содержаниями $C_{\text{орг}}$ и $C_{\text{общ}}$, указанных в паспорте СО, и

Таблица 4

Погрешность определений

Диапазон измерений массовой доли углерода	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
0,005-0,1 %	$\pm 20,0$
0,1-1,0 %	$\pm 10,0$
1,0-5,0 %	$\pm 5,0$
5-10 %	$\pm 2,0$
10-100 %	$\pm 1,0$

найденными значениями $C_{орг}$ и $C_{общ}$ методом инфракрасной абсорбции при сжигании проб в атмосфере кислорода.

Допустимое относительное среднее квадрати-

ческое отклонение при количестве параллельных наблюдений $n=2$ и доверительной вероятности $P=0,95$ не должно превышать значений указанных в табл. 4.

Список литературы:

1. Методика выполнения измерений массовой доли органического вещества в апатитовых, фосфоритовых рудах и продуктах их переработки.// Сертификат МВИ OzOU № 0133.15:2000 Агентства «Узстандарт».
2. Пономарёв А.И. Методы химического анализа минералов и горных пород.- М.: Издательство Академии Наук, 1955, т.1.

УДК 669.02/.09.001

© Курбанов А.А., Мельникова Е.Г. 2008 г.

УСЛОВИЕ ПОЛУЧЕНИЯ БАЗАЛЬТОВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА

Курбанов А.А., доцент кафедры «Электроснабжение» НГГИ, канд. техн. наук; Мельникова Е.Г., студентка НГГИ

В науке давно известна технология получения волокон и других материалов из горной базальтовой породы. Базальтовое волокно по своей специфике представляет собой превосходную продукцию, которая в ряде стран, в частности в Узбекистане широко используется в качестве звукопоглощающего, диэлектрического и теплоизоляционного материала для постройки домов, мостов, укреплений и т.д. Одновременно столбчатая структура делает их добычу сравнительно легкой. Сведения,

имеющиеся в технической литературе, а также опыт специалистов доказывают, что от 25- до 38% земной коры представлено базальтовой породой. При этом основная часть базальтовой породы расположена на поверхности земли [1, 2].

Проведенные экспериментальные и теоретические исследования показали, что базальтовые волокна могут использоваться не только в качестве готовой продукции; например изоляционный материал, глушитель звука и др. Применяя базальтовые

волокна в качестве полуфабриката можно их использовать в виде смеси в составе композиционного материала, открыло новые перспективы в создание огнеупорной ткани путем смешивания базальтовых волокон с другими, например хлопковыми волокнами в процессе их чесания. Процесс чесания - это разъединение пучков волокон на отдельные волокна и очистка последних от сорных примесей и пороков (в базальтовой вате остается так называемые корольки, которые в процессе обработки базальтовой породы не успевают превращаться в волокно и от них же следует очищать вату в процессе чесания). Причиной смешивания этих продуктов является кристаллическая структура базальтовых волокон, которые не поддается кручению, ломаются при изгибе. Кроме того, базальтовые волокна имеют низкий коэффициент вязкости. Помимо этого, низкий коэффициент трения

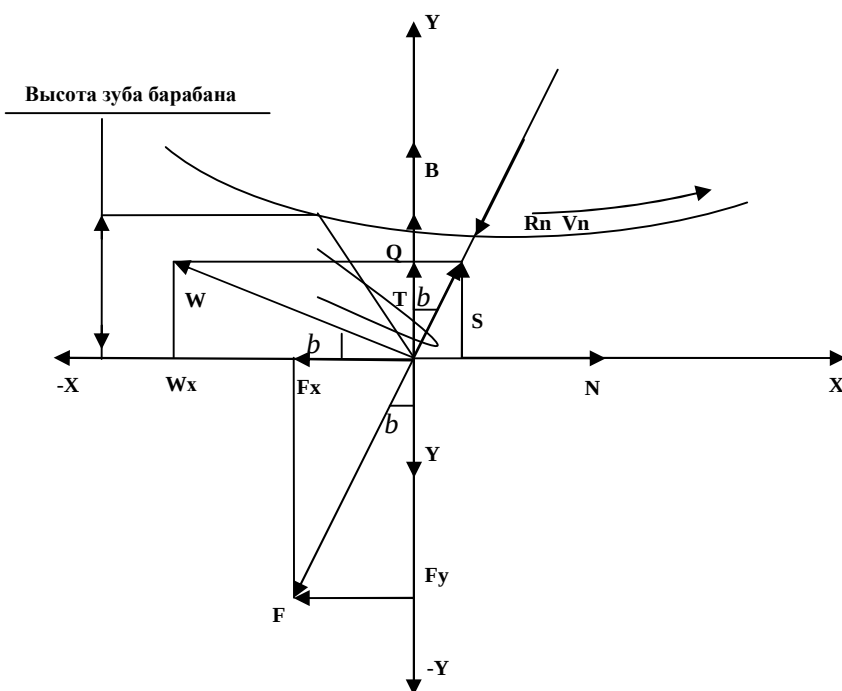


Рис. Силы, действующие на волокно, захваченное зубом иглы приемного барабана чесальной машины

базальтовых волокон о поверхности иглы машины исключает захват волокон. Кристаллическое волокно при ударе иглами срезается, ломается и падает. Поэтому, для создания базальтоволокнистой, технической ткани целесообразно образование смещенных волокон.

В начальной стадии получения смещенного базальтоволокнистого продукта волокна начинают взаимодействовать с иглами приемного барабана машины. На первой стадии образования смещенного продукта захватываются волокна, выделяются и сбрасываются сорные примеси. Если на данном этапе происходит нормальный захват волокон иглами, то иглы остальных барабанов тоже будут их захватывать. Процесс захвата хлопкового волокна иглами приемного барабана учеными исследован достаточно полно [3, 4], и есть достаточно информации, где отражены условия взаимодействия хлопкового волокна с иглами барабанов, кардной ленты и шляпок чесальной машины. Основываясь на известных выводах ученых, рассмотрим условия удержания смещенных волокон на зубьях приемного барабана и сброса сорных примесей. На рис. показана расчетная схема, где приводятся силы, действующие на смещенные волокна при захвате их зубом иглы приемного барабана чесальной машины.

В нашем случае, при взаимодействии смещенных волокон, пучков волокон или сорных примесей и корольков с зубьями игл барабанов будут влиять следующие силы: $\vec{F}$ - центробежная сила; $\vec{W}$ - сила давления воздуха; $\vec{N}$ - реакция зуба; $\vec{T}$ - сила трения волокон о поверхность зубьев; Q - упругая сила смещенных волокон; B - жесткость волокон; G - масса волокон, если $G < \vec{F}$, то ее можно не учитывать.

Следует отметить, что нормальный захват иглами барабана смещенных волокон зависит от удерживающей силы волокон на зубьях игл барабана. Тогда противодействующей силой на $\vec{T}$ по схеме будет сила Y . Если условно силу трения $\vec{T}$ назовем силой прилипания смещенных волокон на зубья, то противодействующую на её силу Y можно называть отделяющей силой смещенных волокон от зубьев барабана.

Обозначим отношение $\frac{T}{Y}$ буквой X , и присво-

им ему название: коэффициент прилипания волокон на зубья приемного барабана до момента съема их главным барабаном чесальной машины. Тогда:

- если $X > 1$, то смещенные волокна будут надежно удерживаться на поверхности зубьев барабана;

- если $X = 1$, то удержание на поверхности зубьев барабана смещенных волокон будет зависеть, от нормальной подачи волокон на зубья и числа оборотов приемного барабана;

- если $X < 1$, то смещенные волокна не могут удержаться на поверхности зубьев барабана.

Значит для качественного захвата зубьями приемного барабана смещенных волокон коэффициент прилипания $X \geq 1$.

Для обеспечения данного условия целесообразно все силы приложить к месту взаимодействия смещенных волокон с зубом приемного барабана. Принимая начало координат (рис.) в точке приложения силы и располагая ось Y вдоль рабочей грани, а ось X перпендикулярно на ось Y , можем получить проекции всех сил на оси координат:

$$\sum X = F \cdot \sin b + W \cdot \cos b - N = 0 \quad (1)$$

$$\sum Y = F \cdot \cos b - W \cdot \sin b - T - Y - Q = 0 \quad (2)$$

При условии $X \geq 1$:

$$W \sin \beta + T + B + Q \geq F \cos \beta \quad (3)$$

будет являться справедливым.

Поставляя в не равенство (3) значение силы трения $T = \mu N$ и значение нормального давления реакции N из равенство (1) получим:

$$W \sin b + \mu F \sin b + \mu W \cos b + B + Q \geq F \cos b \quad (4)$$

Если учесть, что $\mu = \tan \varphi$, то:

$$\beta \geq \arctg \frac{F}{W} - \varphi \quad (5)$$

Ученые утверждают, что если происходит чесание хлопка, то при рассчитанном угле β (5) волокно будет удерживаться зубьями приемного барабана даже в случае отсутствия сцепления их с другими волокнами. Анализ расчетов угла наклона зуба β показывает, что он не зависит от скорости приемного барабана. В таком случае принимают $\mu = 0,36$, а угол $\beta \geq 27^\circ$ [3, 4].

Однако, в нашем случае для принятия аналогичного решения будет препятствовать кристаллическая структура базальтовых волокон. Если принимать, что образовавшиеся смещенные волокна могут удерживаться зубьями приемного барабана как однородные хлопковые при рассчитанном угле $\beta \geq 27^\circ$, то этому может способствовать хлопковое волокно, которое занимает основную массу смещенных волокон. Но, в нашем случае удержание смещенных волокон зубьями приемного барабана зависит от скорости приемного барабана.

Потому что при максимальной скорости барабанов базальтовое кристаллическое волокно попадая под удар зубьев, может ломаться и постепенно рассыпаться.

Помимо этого, сорные примеси хлопка мягкие, крахмальные и липучие с коэффициентом трения $\mu = 0,36$. В составе базальтового волокна имеются примеси состоящие только из кристаллических, твердых корольков. Если хлопковолокнистый, однородный материал очищают от примесей в основном в процессе трепания хлопка, то для базальтовой ваты такая обработка не предусмотрена. Значит, чтобы получить волокно из базальтовой ваты необ-

ходимо очистить последнее от корольков, именно с помощью приемного барабана, чтобы корольки не переходили на остальные барабаны. Это обязывает нас на проведение дополнительного, экспериментального исследования по получению качественного базальтового технического, огнеупорного материала.

Способ получения огнестойкой пряжи и технической ткани заключается в следующем.

В качестве основы пряжи используются смеси хлопчатобумажных волокон (ГОСТ 6904-70, ГОСТ 1115 - 70 и ТУ Уз.-423-04-1-97) и базальтовых волокон, в качестве утка - пряжа из смеси хлопчатобумажных волокон и базальтовых волокон (в % соотношении масс - 25÷30 базальтовых, а хлопчатобумажных волокон - 70÷75).

Соблюдая режим и условия работы получения холста, на трепальной машине ТМ-16 изготавливают холст массой 16 kG - из смеси волокон базальта + хлопковое волокно (масса 16 kG - вес холста по ГОСТу и в соответствии с технической характеристикой машины ТМ-16). Полученный холст заправляют в чесальную машину ЧММ-450М1. Затем ленту, полученную в процессе чесания, пропускают через ленточную, ленторовничную, ровничную и прядильную машины, где, в конечном счете, получают пряжу из смешанных базальтовых и хлопковых волокон. Предварительно подготовленная пряжа из смеси базальтовой и хлопковой волокон с линейной плотностью 350 teks поступает на мотальный участок, где на перемоточных машинах марки АТП-290 перематывается в шпули с последующей передачей их на ткацкий станок. При этом, суммарное количество пряжи навитой на шпули соответствует техническому расчету ткани 272 p/m.

Процесс производства ткани из базальтовой и хлопчатобумажной пряжи может осуществляться на

станке АТ-120-6 или на станке АТПР-100. В данном случае использован ткацкий станок АТ-120-6. Выработанная базальтовая техническая ткань в рулонах длиной 30-40 m поступает на накатную машину для формирования рулонов длиной 200-300 m по потребности. Полученная по вышеуказанной технологии суровая базальтовая техническая ткань имеет следующие характеристики: число нитей на 10 sm по основе - 2,25, по утку 66; линейная плотность, teks пряжи по основе и по утку 54,5x3,0÷55,0x3,0.

Сопоставление новой ткани с существующими аналогами на огнеупорность производилась путём определения времени горения материала. За основу сравнения приняты показатели характеристик для данного типа ткани, предусмотренные стандартом. Для этого были подготовлены по 3 образца ткани размером 5x5 sm из новой ткани и ткани, изготовленной из хлопчатобумажной пряжи. Результаты анализа времени возгорания хлопчатобумажной ткани, типа сатинового материала и ткани полученной из смеси волокнистых хлопчатобумажных и базальтовых материалов приведены в табл. [5]

Из табл. видно, что техническая ткань, полученная предлагаемым способом, обладает лучшими показателями, т.е., огнестойкие показатели, улучшены примерно на 28,5 sek.

Кроме того, сохранение в составе смешанной базальтоволокнистой пряжи позволяет придерживаться линейной плотности основы и утка (по данным прототипа) - 350 teks, что привело к сохранению качества выпускаемой продукции, установленной по существующим стандартам. Соотношение масс базальтового волокна в базальтоволокнистой пряже является оптимальным, т.к. снижение массы базальтового волокна снижает огнестойкость, а повышение привело к излишней обрывности пряжи. Область использования новой технической ткани

Таблица

Результаты экспериментальных исследований

Примеры изготовления огнестойкой, технической суровой ткани	Исходные параметры				Результаты испытаний образцов ткани по ГОСТ 15530 -76						
	Состав пряжи		Содержание компонентов в мас. %		Число нитей на 10 sm		Линейная плотность, teks		Время возгорания образцов, sek		Разность огнестойкости по времени горения, sek
	Основа	Уток	Основа	Уток	По основе	По утку	По основе	По утку	Х/б ткань	Новая ткань	
Пример 1 (среднее значение трех испытаний)	х/б + базальт	х/б+ базальт	70+30	70+30	225	75	54,5х3	54,5х3	30	57	27
Пример 2 (среднее значение трех испытаний)	х/б + базальт	х/б+ базальт	73+27	73+27	228	74	54,5х3	54,5х3	29	58	29
Пример 3 (среднее значение трех испытаний)	х/б + базальт	х/б + базальт	75+25	75+25	230	75	54,5х3	54,5х3	29	57	29

Примечание: данные колонок 8-12 - средние статическая величина Z^2 , одноименных испытаний образцов ткани при погрешности единичных испытаний в пределах - 5%

будет определена после соответствующих экспериментальных испытаний нового материала на основе существующих стандартов.

Следует отметить, что для достижения положительных вышеизложенных показателей необходимо обеспечить нормальное взаимодействие приемных, главных и съемных барабанов, а также кардной ленты барабанов и шляпок чесальной машины. Это объясняется тем, что первая стадия формирования

натуральных и смещенных волокон происходит с помощью чесальной машины. С применением для чесания смещенных волокон условия захвата иглами волокон обязательно меняется. Это объясняется тем, что обрабатываются не однородные по свойствам продукты. Кроме того, базальтовое - кристаллическое волокно по весу легкое, не обладает вязкостью, в сравнении с натуральным хлопчатобумажным волокном.

Список литературы:

1. В.И. Лучицкий. Петрография. Госгеолиздат-1949 г. ст. 213-225
2. Электронный научно-информационный журнал «Вестник Отделения наук о Земле РАН» №1 (21) 2003 URL.
3. Ш.Марасулов. Пахта ва химиявий толапарни йигириш. Таш., изд. «Ўқитувчи». 1979 г.
4. А.В.Терюшинов и др. Прядения хлопка и химических волокон. М., изд. «Легкая индустрия». 1973 г.
5. Способ изготовления огнеупорной ткани. Патент Республики Узбекистан. № IAP 03024. 2006 й. б.1-4

УДК 66.096.5

© Бахронов Х. Ш. 2008 г.

ВЫСОТА ЖИДКОСТНОГО ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ СФЕРИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

Бахронов Х.Ш., зав. кафедрой «Химия и химическая технология», канд. техн. наук

В последнее время разработаны и успешно используются в промышленности высокоэффективные трубчатые теплообменники, в которых для интенсивности теплопередачи и предотвращения отложения накипи на поверхности теплообмена используется слой зернистого материала. Анализ литературных данных и предварительно проведенных опытов по исследованию теплообмена от поверхности стенки к pseudooжигенному жидкостью слою показал, что интенсивность теплопередачи в основном зависит от высоты взвешенного слоя твердых частиц. Тип материала и размеры твердых частиц не оказывают существенного влияния на интенсивность теплообмена. Максимальное значение коэффициента теплопередачи достигает при диаметре частиц $d = 1\div 4$ мм. Поэтому, для расчета и проектирования теплообменных аппаратов, работающих со взвешенным слоем, чрезвычайно важно знать зависимость между высотой кипящего слоя и всеми гидродинамическими, физическими и геометрическими характеристиками процесса. Так как во время эксплуатации таких аппаратов высоту pseudooжигенного слоя контролировать очень трудно.

Высота pseudooжигенного слоя рассчитывается из условия равенства гидравлических сопротивлений неподвижного и pseudooжигенного слоев:

$$\Delta p_{\text{сл}} = (\rho_{\text{ч}} - \rho)(1 - \varepsilon_0)gH_0 = (\rho_{\text{ч}} - \rho)(1 - \varepsilon_0)gH \quad (1)$$

Откуда:

$$H = H_0 \frac{1 - \varepsilon_0}{1 - \varepsilon} \quad (2)$$

где $\rho_{\text{ч}}$ и ρ – соответственно, плотность твердых частиц и огибающей среды;

ε_0 и ε – порозность неподвижного и взвешенного слоев;

H_0 и H – соответственно, высота неподвижного и взвешенного слоев.

Неизвестным в уравнении (2) является порозность pseudooжигенного слоя. В инженерной практике порозность взвешенного слоя обычно определяется по известной интерполяционной формуле О.М. Тодеса [1]:

$$\varepsilon = \left(\frac{18\text{Re} + 0,36\text{Re}^2}{\text{Ar}} \right)^{0,21} \quad (3)$$

Как утверждают сами авторы, уравнение (3) носит приближенный характер и не учитывает влияния ряда искажающих факторов. В частности, на гидродинамику данной конкретной системы существенное влияние оказывают такие ее индивидуальные характеристики, как порозность неподвижного слоя зернистого материала, распределение частиц по размерам и форме, а не только их средний диаметр. Практическая невозможность учета этих факторов делает целесообразным применение простых уравнений с последующим их уточнением на опыте [1].

В настоящей работе приведены результаты экспериментальных исследований гидродинамики pseudooжигенного слоя в стесненных условиях, т. е. при соотношении диаметра D аппарата к диамет-

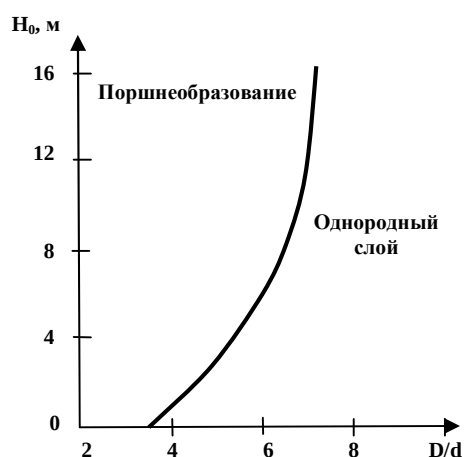


Рис. 1. Зависимость высоты неподвижного слоя от отношения D/d

ру d частиц $D/d < 20$, которые имеют место в трубчатых теплообменниках со взвешенным слоем.

Визуальные наблюдения показали, что в узких трубках при псевдоожигении крупных и тяжелых частиц возникает поршневой режим псевдоожигения, который относится к неоднородному варианту эволюции двухфазной системы. Однако, практический интерес с точки зрения интенсификации процессов переноса представляет однородное псевдоожигение. Кроме того, подтверждение правильности полученных результатов обязывает сопоставить их с литературными данными, в том числе с вычисленными по уравнению (3). В связи с этим при определении величины порозности при текущем значении скорости оживающего агента обработаны

результаты тех опытов, где не обнаружено образование поршней. Однако, появление и исчезновение поршневого режима псевдоожигения не происходит резко и явно. В узких и высоких аппаратах следы данного режима продолжают влиять на гидродинамику кипящего слоя даже при более высоких скоростях оживающего агента. Кроме того, к проблеме поршнеобразования примыкает задача о влиянии поверхности стенки аппарата, размер которого сравним с размерами частиц, поэтому трудно быть вполне убежденным в том, что поршнеобразование не влияет на общую картину процесса. Присутствие поршневого режима можно оценить по перепаду давления в кипящем слое, который остается постоянным при однородном псевдоожигении.

На рис. 1 представлена приблизительная оценка области существования поршневого режима псевдоожигения. Как видно, с увеличением высоты неподвижного слоя H_0 зернистого материала до 12 см, при одном и том же значении отношения D/d , область существования поршневого режима заметно расширяется. При $H_0 > 12$ см влияние H_0 на склонность слоя к поршнеобразованию снижается.

В результате математической обработки опытных данных получена формула для приближенной оценки скорости жидкости U_n , при которой начинается поршнеобразование:

$$U_n = U_1 \sqrt{1 + 0,9 \cdot 10^{-2} \frac{D}{d^{0,85}} + 0,1 \frac{D^2 e^{40H_0}}{d^{1,7}}} \quad (4)$$

где U_1 – скорость начала псевдоожигения.

Сравнение экспериментальных данных с результатами расчетов по формуле (4) показало их хорошее соответствие в исследованном диапазоне изменения переменных факторов, т.е. отклонение не превышает 7%.

Поршнеобразование можно обнаружить из графика зависимости высоты взвешенного слоя от скорости оживающего агента (рис. 2), который начинается при $U_n = (1,05 \div 1,08) \cdot U_1$. Из рис. 2 также видно, что высота взвешенного слоя более легких частиц возрастает с увеличением скорости потока более интенсивнее, чем тяжелые частицы. Наблюдаемый характер изменения высоты кипящего слоя связан с расширением диапазона скоростей при увеличении плотности материала и диаметра частиц, а также при уменьшении высоты стационарного слоя H_0 . Большое влияние плотности твердых частиц на свойства псевдоожигенной системы является хорошо известным фактором. При увеличении плотности обычно образуется менее однородная система. На первый взгляд, обычно неожиданно, что уменьшение размеров частиц также

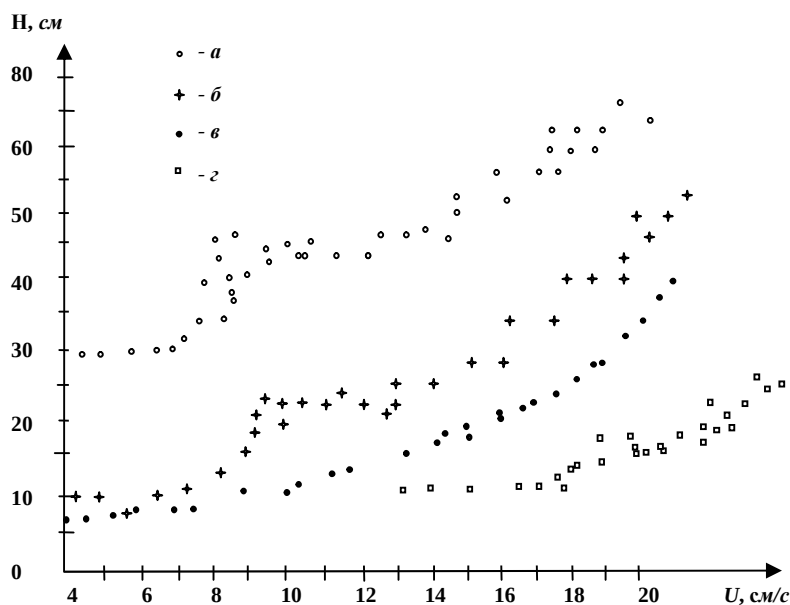


Рис.2. Зависимость динамической высоты псевдоожигенного слоя от скорости оживающего агента: полихлорвиниловые шарики диаметром 6 мм и плотностью 1700 кг/м^3 : а- $D=22 \text{ мм}$, $H_0=29,4 \text{ см}$; б- $D=22 \text{ мм}$, $H_0=10,0 \text{ см}$; в- $D=79,4 \text{ мм}$, $H_0=7,2 \text{ см}$; г – стальные шарики диаметром 5 мм, $D=22 \text{ мм}$, $H_0=10,5 \text{ см}$, $\rho=7850 \text{ кг/м}^3$

приводит к отклонениям от идеальной системы. Большой разброс опытных точек (рис. 2) при ожигании стальных шариков и свинцовой дроби водой является доказательством вышесказанного. Следует отметить, что степень расширения кипящего слоя в аппарате малого диаметра больше, чем в аппарате большого диаметра при прочих равных условиях. Основной причиной такого различия является порозность неподвижного слоя ε_0 , которая при наименьших значениях отношения D/d больше чем в аппаратах большого диаметра. В одинаковых гидродинамических условиях слои, для которых расширение начинается с больших значений порозности, имеют большую степень расширения.

Текущие значения порозности кипящего слоя в полном диапазоне псевдоожигенного состояния зависят от режима течения, характеризуемого критерием Рейнольдса $Re = U d \rho / \mu$. Поэтому, более показательно будет сопоставление порозности с критерием Рейнольдса, и сделано на рис.3. Эти данные также подтверждают выше описанные явления. Разброс экспериментальных точек при псевдоожигении слоя катионита меньше, чем при расширении сферических частиц из стали и свинца. В небольшом диапазоне изменения Re порозность слоя частиц более тяжелого материала ниже, чем усредняющая линия зависимости $\lg \varepsilon = f(\lg Re)$. Дело в том, что часть жидкости проходит через зоны слоя, обладающие меньшим гидравлическим сопротивлением. При этом, среднее время пребывания жидкости в слое сокращается, так что она не полностью участвует в расширении слоя. Эффект частичного каналообразования более отчетливо проявляется в случае мелких частиц, так как отношение сопротивления слоя и канала здесь больше, нежели в слое крупных частиц, и через сравнительно небольшие каналы проходит соответственно большее количество жидкости.

Псевдоожигение сферических частиц из стали, свинца и полихлорвинила с различной плотностью происходило в турбулентном режиме. Несмотря на разброс опытных данных при отдельных опытах угловые коэффициенты полученных прямых для всех исследованных зернистых материалов практически не отличались.

Сравнение полученных при обработке опытных данных угловых коэффициентов с рассчитанными по известным методам Ричардсона и Заки [2] для переходного и турбулентного режимов движения показало их хорошее совпадение.

Однако, сопоставление экспериментальных данных с вычисленными по формуле (3) показало удовлетворительную сходимость опытных и рассчитанных данных для меньших значениях критерия Рейнольдса при одном и том же режиме течения. Расхождение опытных значений ε от расчи-

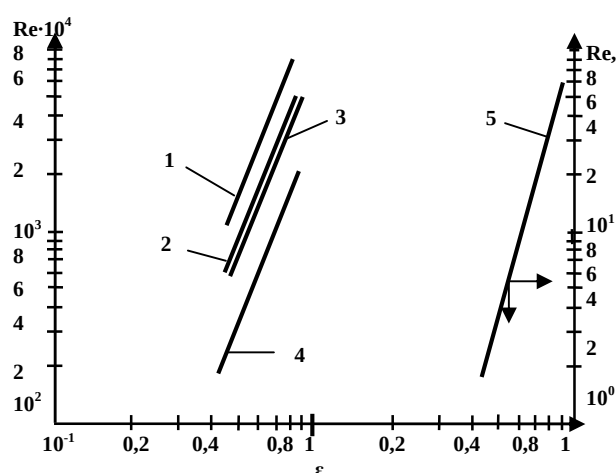


Рис. 3. Зависимость числа Рейнольдса от порозности: 1- $d=5$ мм, $\rho=7850$ кг/м³; 2 - $d=6$ мм, $\rho=1700$ кг/м³; 3- $d=2,4$ мм, $\rho=11400$ кг/м³; 4 - $d=6$ мм, $\rho=1180$ кг/м³; 5 - $d=0,85$ мм, $\rho=1240$ кг/м³

танных при наибольших числах Re превышало 15%. Причины такого расхождения были описаны выше.

При обработке опытных данных в координатах $\lg Re = f(\lg \varepsilon)$ были получены следующие зависимости для расчета величины порозности при текущем значении скорости ожигающего агента:

- для переходного режима течения:

$$\varepsilon = \left(\frac{8,3 Re}{Ar^{0,78}} \right)^{0,27} \quad (5)$$

- для турбулентной области:

$$\varepsilon = \left(\frac{0,74 Re^{0,98}}{Ar^{0,5}} \right)^{0,42} \quad (6)$$

Уравнения (5) и (6) описывают опытные значения порозности с точностью $\pm 5\%$.

Подводя итог, приводим рекомендации по расчету и выбору зернистого материала для интенсификации теплообмена в трубчатых теплообменниках:

1. В зависимости от агрессивности и температуры среды выбирают материал твердых частиц.
2. Из уравнений (5) или (6) определяют диаметр сферических частиц, обеспечивающий максимальное значение порозности ε .
3. По формуле (4) проверяют возможности возникновения поршнеобразования.
4. Из уравнения (2) определяют высоту стационарного слоя зернистого материала, при которой взвешенный слой распределяется по всей высоте теплообменной трубы.

Список литературы:

1. Псевдоожигение/В.Г.Айнштейн, А.П.Баскаков и др; под ред. В.Г.Айнштейна –М: Химия, 1991. – 440 с.
2. Псевдоожигение/Под ред. И.Ф. Дэвидсона и Д. Харрисона. Пер. с англ. В.Г. Айнштейна, Н.И. Геллерина, В.Л. Новобратского –М., Химия, 1974. – 782 с.

БЎЛАЖАК ЎҚИТУВЧИЛАРНИ ТАЙЁРЛАШДА МИЛЛИЙ-МАЪНАВИЙ ҚАДРИЯТЛАР ТИЗИМИ

Тўрақулов Х.А., ЖДПИ профессори; Кушвақтов Н.Х., пед. фанл. номзоди ЖДПИ

Жамиятнинг ривожланиб, такомиллашиб боришида, ижтимоий муҳит муҳим рол ўйнайди. Инсонлар фаолиятининг тўлақонли амалга ошиши учун уларга шарт-шароитлар яратилиб берилиши муҳим масала ҳисобланади. Бугунги кунда Республикамизда олиб борилаётган туб ислохотлар жамият равнақига қаратилган бўлиб, уларда ҳар бир фуқаронинг жамиятда ўз ўрни, кадри бўлишига алоҳида эътибор берилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президенти И.А. Каримов ўзининг ҳар чиқишида инсон омилига тўхталиб, алоҳида унга ургу бермоқда ва айниқса, ёшлар тарбиясига ҳар биримизнинг маъсул эканлигимизни қайта-қайта ўз маърузаларида айтиб ўтмоқда. Шундан келиб чиққан ҳолда, бошланғич синф ўқитувчиларини таълим-тарбия жараёнларига тайёрлашда ўзгача бир ёндашувни амалга ошириш лозимлиги юзага келмоқда.

Бўлажак ўқитувчиларнинг маънавий савиясини ва бу соҳадаги билим, кўникма ва малакасини шакллантириш ҳозирги куннинг энг долзарб масалаларидан бири эканлиги аниқ. Бу борада талабаларнинг маънавий савиясини аниқлаш ҳам ўзига хос бўлган муаммо ечимини топишни талаб этади. Бу муаммонинг ечимини ҳал қилишда талабалар маънавий савиясини аниқлаш мақсад қилиб олинган ва бу жараёни амалга оширишда ахборотли таъминотни таъминлаш ҳам кўзда тутилган. Бундан кўзланган мақсад миллий қадриятлар тизимини талабалар онгига сингдириб, уларнинг маънавий тафаккурини кенгайтиришдан иборатдир. Бу борада олиб борилган илмий изланишларимиз натижаларининг кўрсатишича таълим-тарбия жараёнини мунтазам равишда қадриятлар ҳақидаги билимлар билан ҳар қачонгидан ҳам бойитиб, улардан бўлажак мутахассисларни тайёрлашда фойдаланишнинг оптимал вариантларни яратиш мумкинлигини кўрсатмоқда. Бунинг учун: 1. талабаларнинг маънавий билим доирасини бойитишга эришиш; 2. талабаларнинг миллий қадриятлар тўғрисидаги билимларини юксалтириш; 3. талабалар томонидан миллий-маънавий қадриятлар бўйича назарий билимларни ўзлаштирилганлик даражасини аниқлаш ва уларни бойитиш; 4. миллий-маънавий қадриятлар бўйича шаклланган билимларини ёшлар онги ва қалбига етказиб беришнинг оптимал вариантларини яратиш ва шу кабиларга эришиш лозим бўлади.

Шунинг билан бирга бўлажак ўқитувчиларни таълим-тарбия жараёнларига тайёрлашда қадриятлар тизимидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади. Бундай таълим-тарбия тизимини амалга оширишда талабаларнинг касбий билим, кўникма, малакалари билан бир қаторда миллий қадриятлар бўйича

билимлари ўз навбатида босқичма-босқич шакллантирилади.

Бунда улғу аждодларимиз қолдирган маънавий бойликлар, халқ оғзаки ижоди - тарбия ўчоғи уйғунлигига мос маълумотлар, урф-одатлар, анъаналарнинг тарбиявий аҳамияти, касбий маҳорат кўникмалари, шахсий ҳаётга тайёрлашнинг мазмун-моҳиятларига алоҳида эътибор қаратилмоғи лозим.

Бундай босқичларни амалга оширишда албатта унинг маънавий-маърифий асослари муҳим рол ўйнайди. Баркамол авлод тарбияси ҳар қандай жамиятда ҳам онгли табақага тегишли инсонларнинг эзгу-орзуси бўлиб келган.

Айниқса, бизнинг ўтмишимизга тегишли бўлган бой миллий меросимиз намояндалари Ал-Хоразмий, Абу Райҳон Беруний, ат-Термизий, Абу Наср Форобий, Абу Али Ибн Сино, Аҳмад Фарғоний, Мирзо Улуғбек, Абдурахмон Жомий, Алишер Навоий, Абулқосим Фирдавсий, Бобур, Нодира, Увайсий, Абдулла Қодирий, Чўлпон, Фитрат, Зебунисо, Ал-Бухорий, Юсуф Ҳамадоний, Аҳмад Яссавий, Бурхониддин Ал-Марғилоний, Ғиждувоний, Замахшарий, Нажмиддин Кубро, Амир Темур, Ҳусайн Бойқаро, Мирзо Ҳумоюн, Акбаршоҳ каби буюк инсонлар яшаб ўтган даврда дунёвий ва диний билимлар бир-бирини бойитиб борган шароитда тараккиёт юксак босқичга кўтарилди. Шубҳасиз, комил инсон тарбияси ҳам уларнинг диққат-эътиборининг марказида турган муаммолардан бири бўлган. Демак, мамлакатимиз халқлари миллий қадриятларимизни улугловчи урф-одатлари ва мафқурасидаги маърифат тушунчаси, илм ва билимга интилиш хислати ҳуллас, комил инсон бўлишга ҳаракат қилиш жараёни бир неча минг йиллик тарихга эга. Юқорида номлари тилга олинган улғу боболаримизнинг юрт тинчлиги, Ватан тараққиёти йўналишидаги, халқ фаровонлиги ҳақидаги шунингдек, комил инсон тўғрисидаги таълимотлари, уларнинг юксак маънавиятли кишилар эканлигини бутун дунё эътироф этаётган бир пайтда, биз баркамол авлод тарбиясига жавобгар эканлигимизни ҳис этамиз.

Аждодларимиз орзусини эътиборга олган юртбошимиз бу борада жаҳоншумул аҳамиятга эга бўлган ишларни амалга оширмоқдалар. Жумладан, «Тараққиётнинг ўзбек модели», яъни юртбошимиз томонидан жамиятнинг ислох қилишнинг илмий асосланган беш тамойили ёки бевосита баркамол авлод тарбиясига тегишли бўлган «Қадрлар тайёрлаш миллий дастури» ҳам, «Таълим тўғрисида» ги қонунни амалда жорий этишда ота-боболаримизнинг эзгу-нийатларини амалга ошириш йўлидаги буюк

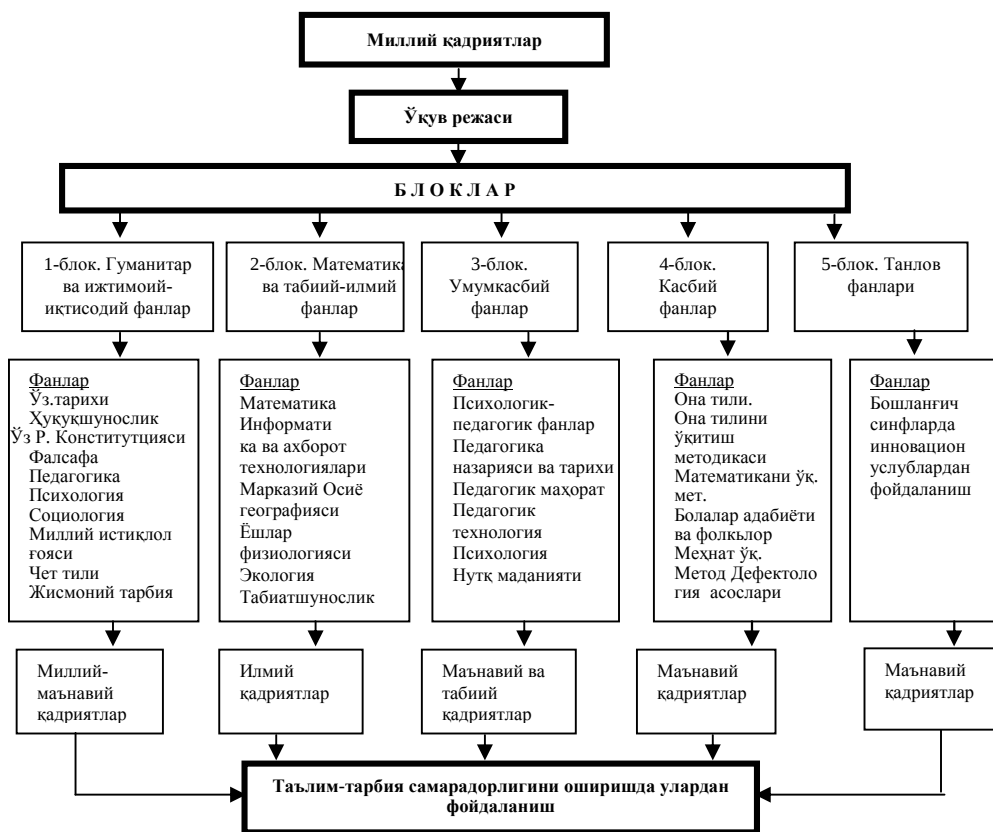
кадам дея оламиз.

Шу сабабли ҳам бугунги кунда баркамол авлод тарбияси тўла маънода миллий тус олиб бормокда. Ёш авлодни ҳар томонлама етук, баркамол шахс қилиб тарбиялашда баркамол авлод тарбиясининг маърифий босқичлари муҳим аҳамият касб этади.

Булар: баркамол авлодни тарбиялаб вояга етказиш орзуси; орзуга эришиш мақсад ва вазифаларини белгилаш; орзуга эришмоқ йўлининг оптимал вариантини танлаш; узлуксиз таълим тизимини тўлиқ самарали амалга ошириш; узлуксиз таълим таркибини замон талабларини ҳисобга олган ҳолда такомиллаштириб бориш; кадрлар тайёрлаш миллий дастурини рўёбга чиқариш; кадрлар тайёрлаш миллий дастурини тўлиқ ҳаётга тадбиқ этиш; миллий моделни амалда жорий этиш йўллариини бойитиб бориш; рақобатбардош мутахассис тайёрлашга эришиш. Албатта, бу қайд этилган кетма-кетлик ўзининг мустаҳкам иқтисодий, ташкилий, маънавий-маърифий асосларига эга.

Республикамизнинг мустақиллигини мустаҳкамлаш йўлидаги муҳим вазифалардан бири ҳам жаҳон таълими талаблари даражасидаги рақобатбардош мутахассислар тайёрлашдан иборатдир. Бундай мутахассислар тайёрлашнинг асосий омилларидан бири ота-боболаримиздан қолган бой маънавий меросимиздан фойдаланиш, миллий мафқурани шакллантириш ва унинг ривожлантиришдан иборатдир. Бой маънавий меросимиз ҳақидаги маълумотларни ёш авлодга етказишда Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги томонидан бўлажак бошланғич синф ўқитувчиларини тайёрлаш учун тасдиқланган ўқув режаси муҳим омил ҳисобланади ва уларнинг блокларига мос кадриятлар тизимини яратиш бўлажак мутахассисларни касбий-маънавий етук қилиб тайёрлашда мустаҳкам асос бўлмокда (1-шакл).

Шаклда акс этирилган тизимнинг мазмун-моҳияти шундан иборатки, бўлажак ўқитувчиларга миллий кадриятлар тизимини сингдирилишини ифодалашдан иборат. Бунда ўқув режадаги ҳар бир блокдаги фанларнинг хусусиятидан келиб чиққан ҳолда миллий кадриятлар сингдирилиб борилади. Мисол учун биринчи блокдаги барча фанларни



1-шакл. Бўлажак мутахассисларни тайёрлашда кадриятлардан фойдаланишнинг умумий кетма-кетлиги

ўқитиш жараёнида (ижтимоий-гуманитар) миллий кадриятларнинг маънавий асоси сингдирилишини айнан, ўша фанлардаги мазмун очиб берилишига ёрдам беради ва талабаларнинг миллий-маънавий кадриятлар борасидаги тушунчалари бойитилади.

Ўқув режасидаги фанларнинг хусусиятлари айнан кадриятларнинг қайсидир бир йўналишини ёритишга ёки бўлмаса миллий кадриятларнинг қайсидир қирраси бирор-бир фаннинг муҳим моҳиятини очишга хизмат қилади. Мисол учун табиий кадриятларни сингдиришда табиатшуносликка оид фанлар муҳим аҳамият касб этади. Аниқ фанларни ўрганишда эса илмий кадриятларимизнинг роли бекиёсдир.

Бугунги кунда таълим-тарбия мазмунини тубдан ислоҳ қилиш жараёнлари амалга оширилаётган бир пайтда комил инсон таълимоти тўғрисидаги билимларни ҳаётга жорий қилиш, уни ривожлантириш, такомиллаштиришда бўлажак мутахассисларни тайёрлашда «Кадриятлар тизими» дан кенг фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади. Улуғ аждодларимиздан бизга мерос бўлиб келаётган бундай маънавий-маърифий тарбия тизими, бўлажак мутахассисларни ҳар томонлама етук инсон, баркамол авлод, рақобатбардош мутахассис қилиб тарбиялашда қўл келади. Бўлажак ўқитувчиларга «Кадриятлар тизими» ни сингдириш жараёнида ўқув режасидаги кетма-кетлик асосида олиб борилган таълим-тарбия илмий кадриятларни ўрганиш йўналишида инновацион технологияни жорий этиш имкониятини кафолатлайди ва энг асосийси касбий-маънавий жиҳатдан етук мутахассис тайёрлашга эришилади.

ИСТОКИ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ В ГОРАХ БУКАНТАУ

Марченко В.С., зам. главного геолога ГРП-2 Северного рудоуправления НГМК

История освоения пустыни Кызылкум древними племенами берет начало в неолите (6-6,5 тыс. лет до н.э.). Так утверждает официальная наука. Однако, некоторые специалисты-археологи не исключают, что первые люди появились в Кызылкумах значительно раньше. Достоверных сведений на этот счет нет, а отдельные разрозненные находки каменных орудий, вроде бы отличающиеся от неолитических, не систематизированы.

На основе имеющегося фактического материала, частично собранного в разные годы в содружестве со специалистами Института археологии АН Республики Узбекистан и полевых наблюдений, рассмотрим интереснейший район Центральных Кызылкумов – горы Букантау.

По этому региону собрана представительная коллекция различных каменных орудий, лепной и круговой керамической посуды, образцов руд, металлургических шлаков, обломков минералов со следами ювелирной обработки. К большому сожалению, получилось так, что, собираемая на протяжении более тридцати лет, эта коллекция ныне разрознена. Часть ее хранится в геологическом музее Кокпатасской полевой геологоразведочной экспедиции, часть – в геологическом музее геологоразведочной партии № 2 Северного рудоуправления НГМК.

Букантауская возвышенность – это вытянутое примерно на двести километров при средней ширине двадцать пять – тридцать километров горное поднятие. Самое северное из центрально-кызылкумских поднятий, оно пересекает пустыню с юго-востока на северо-запад. В целом рельеф Букантау неоднороден и издалека поднятие напоминает серию островов в песчаном море. На юго-востоке оно начинается невысокой грядой Тахтатау, затем следуют другие «тау» - острова: Джетымтау, Сарытау, Огузтау, Алтынтау, Чолчаратау, Боздонтау. Между ними вклиниваются горы Джартау, Турбай и Кокпатас. Северо-западное окончание Букантау носит название «горы Тубаберген». Близ основного поднятия как бы «выныривают» горки-острова поменьше: Окжетпес, Джаманкаскыртау, Улькенкаскыртау. Топонимика Букантау чрезвычайно интересна. Одно название «Алтынтау», т.е. «золотая гора» - чего стоит. Или «Окжетпес» - буквально «пуленедосыгаемый», «не долетит стрела». Но это уже отдельная тема.

В ясную погоду срединная часть Букантауской возвышенности уже издалека просматривается скалистой синевой гор Боздонтау с самой высокой точкой – горой Ирлир. Высота ее составляет 764 метра над уровнем моря.

Сегодняшний внешний облик поднятия сформировался в основном в ранне-среднечетвертичное время, когда денудационные процессы протекали наибо-

лее интенсивно. Происходило эрозионное «пропиливание» межгорных долин, образование стабильных поверхностных водотоков, формирование водоносных горизонтов. Частично они сохранились в условиях позднечетвертичного времени, когда возобладал аридный климат и окончательно сформировался непленнизированный облик каменисто-глинистой пустыни.

В горной и предгорной части Букантау еще относительно недавно в геологическом летоисчислении функционировало довольно много родников с хорошей пресной водой, близ которых и стали возникать первые стоянки охотников и начинающих скотоводов. Известный археолог, академик С.П. Толстов назвал подобные стоянки эпохи неолита кельтеминарской культурой, которая зародилась на огромной территории междуречья Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи.

Собственно, первоначально С.П. Толстов соотносил название этой культуры со стоянками, обнаруженными в дельтовой части Аму-Дарьи. Судя по материалу, собранному на них, кельтеминарцы помимо рыбной ловли и собирательства, умели выделывать широкий набор весьма совершенных орудий из камня и кости, занимались охотой, положили начало скотоводству. Зародилось гончарное производство, пищу стали варить на кострах в грубообожженной лепной посуде.

По мере проведения полевых исследований число подобных выявленных стоянок возросло многократно. Они были обнаружены не только по старым сухим протокам Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи, но и по берегам как ныне существующих, так и давно пересохших и исчезнувших озер.

Во внутренних Кызылкумах стоянки неолита и эпохи степной бронзы отмечались геологами практически во всех крупных впадинах, урочищах, по бортам палеодолин, на обрамление такыров. Некоторые стоянки выявлялись в совсем уже неожиданных местах, на первый взгляд совершенно не пригодных для обитания племен. Очевидно, в таких районах пустыни по мере ужесточения аридных климатических условий менялся режим функционирования грунтовых вод – верховодок. Многие родники и мелкие колодцы просто пересыхали, в других происходило засоление воды и она становилась непригодной для питья.

Обратимся детальнее к истокам горного дела и металлургии в горах Букантау. Установлено, что практически все крупные стоянки в Центральных Кызылкумах являлись долгоживущими. Племена обитали на конкретных местах длительное время, начиная от неолита (от позднего мезолита?) и кончая эпохой степной бронзы (4-4,5 тыс. лет до н.э.).

Так чем же занимались наши древние предшественники в Букантау? Что было первостепенным для

выживания в дикой первозданной природе? Ответ, казалось бы, прост: вода, пища, кров, одежда. И если с водой все было более или менее ясно, то об остальных необходимых условиях выживания приходилось заботиться изрядно. Они были немыслимы без совершенных орудий труда и охоты.

Теперь мы подошли к главному: почему люди выбрали для обитания именно эти суровые для жизни места в Букантауских горах? Ответ здесь прост: в Букантау обитало множество диких животных, и имелся кремь. Причем кремь качественный и легко добываемый из неглубоких карьеров.

Кремь – термин собирательный и принят в археологии для обозначения сырья, из которого в каменном веке изготавливались основные виды орудий. К кремням относят такие минералы и горные породы, как халцедон, опал, кахалонг, микрокварцит, яшма и яшмовидные породы. Все они характеризуются повышенной твердостью и прочностью на излом, что обусловлено подавляющим преобладанием в их составе аморфной и скрытокристаллической разновидности двуоксида кремния. Само зарождение горного дела на нашей планете связано с поисками и добычей кремня.

Орудия из этого сырья имеют очень широкое географическое развитие, но природные его образования весьма локальны.

Кызылкумы в каменном веке являлись основным поставщиком сырья для кремневой индустрии всей Центральной Азии, причем значительная часть поставляемого сырья приходилась на долю Букантау.

Основное число проявлений кремня сосредоточено в центральной и юго-восточной частях Букантауской возвышенности. Все они носят следы интенсивной древней добычи и обогащения добытого сырья на месте.

Сырье в виде округлых желваков халцедона или кахалонга содержится в корках выветривания углефицированных песчано-сланцевых отложений кокпатаской свиты допалеозойского возраста. Добыча велась как сбором материала с поверхности, так и путем проходки небольших карьеров и щелей глубиной до трех-пяти метров. Шахт, подобных учтутским, в Букантау не обнаружено.

Как уже отмечалось, обогащение добытого сырья производилось на местах добычи с последующей доставкой кондиционных кусков кремня на стоянки племен, где и производилось изготовление разнообразных орудий. Их набор включал в себя наконечники стрел, копий, скребки, проколки, ножевидные пластины, плечиковые сверла. О последних нужно сказать особо. Они появились на рубеже неолита и эпохи степной бронзы, с их изобретением было положено начало ювелирному делу.

Надо сказать, что и сам процесс изготовления кремневых орудий требовал немалого мастерства. Автору доводилось находить идеальные ножевидные пластины трапецевидного сечения длиной до 11 сантиметров. Для своего времени это были настоящие острые ножи. Применялась также техника «ретуширования» заготовок, когда с них отщипывались мелкие пластинки. Делалось это с целью придания изде-

лию нужной формы и для заточки режущих кромок. Что касается применяемых при проходке карьеров и щелей инструментов, то в отвалах выработок чаще всего обнаруживались те же крупные кремневые ударники – ядрища со сбитыми рабочими поверхностями, крупная галька из плотных пород, также служившая ударными орудиями. В качестве лопат, возможно, использовались плитчатые сланцы, обломки которых иногда обнаруживались близ выработок или в их отвалах. Поскольку вмещающие породы были относительно рыхлыми, использовались и орудия из крупных костей животных.

Эпохе степной бронзы предшествовал короткий медный век, который длился недолго. Именно тогда, на историческом рубеже камня и металла началась в Букантау добыча и плавка медных руд. Технологически добыча медной руды мало чем отличалась от добычи кремня, разве что применяемый каменный инструмент был обработан более тщательно, расширился и его ассортимент.

Наряду с применением простых ударников из камня, в выработках и отвалах встречаются песты и каменные молоты. Изготовлены они были в основном из плотного микродиорита. Ударные части молотов крепились к деревянной ручке жилами животных или полосками кожи. Разрабатывались только окисленные медные руды с высоким содержанием вторичных минералов меди. Добыча велась из множества неглубоких карьеров, разбросанных практически по всей Букантауской возвышенности. Местами функционировали целые рудники, когда отрабатывалось несколько сближенных карьеров глубиной от трех-пяти до десяти метров, диаметром от пяти до сорока и более метров по верхней кромке. Такие рудники обнаружены в районе кол. Архар, на южной и юго-западной оконечности Бокалинского интрузива, в районе бугра Дербез, в горах Турбай и на западном окончании гор Окжетпес. Серия разрозненных мелких карьеров найдена в горах Кокпатас. Ныне все карьеры представляют собой занесенные золовыми песками ямы-воронки различного диаметра с хорошо различимыми бордюрами отвалов.

Так же как и с кремнем, медную руду доставляли на места стоянок племен, где в примитивных плавильных печах с естественным поддувом производилась ее плавка. Скопления шлаков обнаруживаются на многих стоянках, таких как Бешбулак, Кокпатас-1, Итемир, Джиракудук. В отдельных кусках шлаков можно увидеть позеленевшие «корольки» меди, которые ярко заблестят, если их поцарапать ножом.

Выплавлялась ли в Букантау бронза? Вопрос и по сей день остается открытым. Скорее всего, не выплавлялась. Не найдено ни одной древней выработки на олово, ведь бронза – сплав меди с этим металлом. В Букантау вообще не обнаружено значимых концентраций касситерита – главной оловянной руды (хотя в пегматитах Алтынтау и некоторых шлиховых пробах он присутствует). Изучение подъемного материала наиболее крупных стоянок, на которых производилась плавка медных руд, также не подтверждает плавку на них изделий из бронзы. Получается, что Букантау бы-

ли только медной кузницей, продукция которой, как и кремь, экспортировалась в другие районы Центральной Азии.

Добывались ли в Букантау, да и в целом в Центральных Кызылкумах другие металлы? Серебро, например. Ведь здесь выявлены промышленные концентрации серебра в Окжетпесе, на Турбае, рудные точки этого металла найдены во многих районах Букантау. Зафиксирован целый ряд древних выработок с неясными компонентами добычи.

Выработки есть, а что в них добывалось — неизвестно. В отобранных из отвалов пробах отмечается незначительное количество золота — от «следов» до 0,2 г/т, серебра до 28 г/т, олова до 0,02 %, меди до 0,075 %. Открытым остается также вопрос и с добычей в Центральных Кызылкумах россыпного золота. Мне уже приходилось писать о том, что еще, будучи студентом, я собирал многочисленные фрагменты древней керамической посуды на Мурунтауском рудном поле. Собирали в бортах саев и именно там, где промывка показывала высокое содержание шлихового золота. Геологоразведочная партия, в которой я проходил производственную практику в конце 60-х годов, проводила оценку золотосодержания гидросети и элювиальных отложений на площади Мурунтауского рудного поля. Подобное повторилось уже относительно недавно в одном из районов Букантау. В бортах весьма интересного сухого сая мы с коллегой, помимо обломков керамической посуды, нашли идеально выточенную из кварца гирьку в виде бочонка. На значение и древний возраст находок был подтвержден специалистами. Вот и не верь теперь Геродоту...

Эта информация касается лишь предположения о возможной отработке в древности мелких верхнечетвертичных россыпей в Центральных Кызылкумах. Установлено, что они не содержат сколько-нибудь промышленно-значимого количества металла. Сколько его было в этих руслах раньше, да и было ли много?

Что же до отработки древними старателями (возможно, и не очень древними?) объектов золото-кварцевого типа, то пока ни одной выработки не найдено, хотя слухов на этот счет много. Не исключено, что они где-то есть или были, как был и резон их тщательно прятать или рекультивировать. Интересен и вопрос металлопродуктивности гидросети нижне-среднечетвертичного возраста.

Ее спрятала уже сама природа, как впрочем, и палеоурала более древних континентальных режимов в нашем регионе. Нельзя сбрасывать со счетов и возможность выявления прибрежно-морских россыпей. Известно, что какие-то работы в этом направлении в Узбекистане проводились, но носили больше научный характер. Особенное место в истории древнего горного промысла в Кызылкумах занимает добыча любимейшего самоцвета Востока — бирюзы. Букантауская возвышенность в этом плане занимает, без преувеличения, ведущее место по объемам добычи этого удивительного камня. Что касается начала времени добычи, то здесь специалисты расходятся во мнениях. Не подвергая сомнению интенсивную добычу бирюзы в

средневековье, начало разработок относят и к неолиту и к эпохе степной бронзы. Скорее всего, начало ювелирному производству было положено в конце неолита. Люди уже умели делать весьма совершенные орудия из камня, включая плечиковые сверла из кремня. С помощью этих сверел, закрепленных в древке и хитроумного устройства, напоминающего лучковую пилу, в кусочках бирюзы сверлились отверстия. На многих стоянках Букантау можно найти колотые кусочки этого самоцвета со следами сверления, а то и целые бусины.

Места добычи бирюзы, так же как и меди, обнаружены во многих районах Букантау, но есть несколько крупных узлов, где добыча ее производилась весьма интенсивно. Это районы колодца Аякаши, бугров Джаманкаскыртау и Дербез, северная часть поднятия Чолчаратау. К примеру, на площади 2,0х0,5 км близ бугра Джаманкаскыртау было пройдено более трехсот древних выработок!

В отличие от меди, бирюза в Букантау добывалась любым доступным способом. В основном это были карьеры глубиной пять-восемь метров, часто переходящие в глубокие щели. Встречаются и настоящие подземные выработки как горизонтальные, так вертикальные и наклонные, уходящие по продуктивной зоне на первые десятки метров. Помимо примитивных каменных орудий добычи, относящихся к неолиту и эпохе степной бронзы, в отвалах средневековых выработок изредка встречались проржавевшие до «трухи» железные кайла и клинья. Проходка проводилась вручную, благо включающие бирюзовую минерализацию породы особой крепостью не отличаются и представлены в основном теми же в разной степени углефицированными сланцами, песчаниками и алевролитами кокпатасской свиты. Часто отмечающаяся в Кызылкумах приуроченность бирюзы к контактам кремнистых пород и песчано-сланцевых отложений принуждало древних горняков к проходке вытянутых вдоль контактов пород глубоких щелей. Несомненно, в какие-то времена здесь использовался труд рабов. На сегодняшний день установлено, что практически вся бирюза отличного качества была отработана в древности.

Иногда в Букантау встречаются одиночные выработки, в отвалах которых обнаруживается если не бирюза, то медная минерализация. Все бы ничего, да вот только эти выработки пройдены порою через мощный слой наносов. Хотя изрой все вокруг (а такие попытки предпринимались), но ничего здесь больше не найти. Поражает удивительное умение и уникальное чутье древних рудознатцев находить искомое. Уверен, что и те немногие выработки, о которых упоминалось в связи с неясным компонентом добычи, пройдены были когда-то не зря. Рано или поздно мы в этом убедимся.

Так хочется написать пару транспарантов типа «Геологи XXI века, равняйтесь на древних рудознатцев!» или «Слава древним первооткрывателям Кызылкумов!». Право, они этого заслуживают. Да и жили они совсем недавно, вчера, можно сказать. Это если в геологическом летоисчислении.

ЗВЕЗДА УЧКУДУКА

Марченко В.С., зам. главного геолога ГРП-2 Северного рудоуправления НГМК

Сошлись в одной точке пунктиры маршрутов,
И стрелки приборов зашкалило вдруг.
Геологи вышли к каким-то колодцам,
На карте потерятой прочли «Учкудук».

Припев:

Так загорелась звезда Учкудука.
Где ветер шальной обдувает барханы,
Где лишь одинокая юрта вдали
Да к горизонту промчатся джейраны.

Романтика времени просит сравнения,
Представьте: плывет в океане фрегат,
Словно дивный корабль в океане пустыни-
Расправлял паруса исполин – Комбинат.

Припев

И всколыхнулись пески вековые,
Пронзенные трассами пыльных дорог.
И воют моторы, вперед, к Учкудуку!
Навстречу грядущему путь здесь пролег.

Припев

Маревом зноя дышат карьеры,
Грохочет лебедкой первый рудник,
По новеньким рельсам пошли эшелоны-
Город горняцкий в пустыни возник!

Припев

Гори, гори ярко звезда Учкудука!
Где ветер шальной обнимает прохожих,
Где свадьбы играют и песни поют,
Где разные судьбы, но много похожих...

Припев

У ТРЕХ КОЛОДЦЕВ (ИЗ СТИХОТВОРНОГО ЦИКЛА «КЫЗЫЛКУМСКИЕ ЗВЕЗДЫ»)

Панова Н.С., поэтесса, член Союза писателей Узбекистана

ГОРОД - ПЕСНЯ

Пустыня...

Долгий путь к душе восточной...
Суровы испытанья... «Дело рук»
Преобразило океан песочный,
Чтоб в океане - остров «Учкудук»
Возник в пространстве райского залива
Или лагуны... Миллионы лет
Земля менялась. То неторопливо,
То в катаклизмах...

Что ни век, то след
В слоях... Духовной жизни в «наслоениях»...
В беспрекословных «времени велениях».

«Направлен в Учкудук!».

...Был ошарашен
Прибывший люд.

«Как жить?!» - в глазах вопрос.
Лишь «почва для починов», - не для пашен.
Ответ один: «Пахать!». Чтоб в землю врос
Твой вырванный из доброй почвы корень...
... В песках застрял?

Хрустит в зубах «туман»?
И ветра шквал? –

Будь «гибким» словно шкворень.
А под колеса подложи «шалман».

Не стань добычей легкой для эмоций.
Доверься обостренному уму,
И «триколором вкуса» три колодца –
Родник и ключ к спасенью твоему.
«Солоновата... Соль... Солено-горькой» -
Такой явилась первым та вода.
(А «сладкая» прильет струею бойкой
В итогах неустанного труда!).

Ни баобаба здесь и ни бамбука.
Лишь каравана древнего следы
С тревогой от кудука до кудука,
Вернее – «от воды» и «до воды».

Нет кипариса... Здесь не до каприза, -
Живут, а не валяют дурака.
Взамен кокоса – дерзкий вкус кумыса,
И счастье – выпить с чаем молока.

Кудук – не бар... Не выжить «на халяву».
Не поблудить туристом налегке.
Кочевья есть и пастбища – «жайляу»
На местном поднебесном языке.

Лишь юрты, да простор для овцеводства.
Чабанской песне внемлет высота!
Здесь места нет для чванства, превосходства
(Удел верблюда в «статусе» скота).

«Ты – кто?... Из порождений лжи и фальши?
И в чем твой неподдельный интерес?!
Катись с попутным ветром, - и подальше! –
Пока сорваться не попутал бес».

С такими незаметно расставались.
(Знать, до поры их растворялся след...
А те, что солнцу с ветром отдавались, -
«Владельцы» самых ярких в жизни лет).

...Бесчисленны тамдынские отары.
Но час настанет, - помнят старики
(Сердечно помнят! – шлют молений дары) –
Как в стужу их спасали горняки...

Что - нынче Учкудук? Вполне фартовый, -
Почти портовый: есть аэропорт
И озеро!... Всегда принять готовый
Любых гостей. Своею славой горд!

Душой сполна вложились в эти дали, -
В нем чувств твоих сердечных чистота.
Любовь и красота его создали!...
Пока живут любовь и красота
И доброта ко всякому народу,
Чьей преданностью стоит дорожить,
Он – будет жить!

Не алчности в угоду,
А для народа... Полноценно жить!
Ведь кто души народной не полюбит, -
Не то, что с ним грядущее вершить, -
Любое дело на корню загубит.
И это значит... некрасиво жить.

... Как жить?!

Красиво! И пускай поется.
Сумей себя красивым окружить.
А что еще в пустыне остается! -
Создать оазис и «красиво жить!».

РЕТРОСПЕКТИВНОЕ

Год 58-ой... (Что было раньше,
Когда за совесть жили, не за страх,
Мы назовем «зачатием»... А дальше?!...)
Как паровоз вперед, «на всех парах»,
Специфики согласно производства
К известности не рвался. Шли дела.
Имея вес – безвестным быть старался,
Пока не спела про него «Ялла».
Со славою проснулся? – Слава утру! –
Звучит «Маяк»! Всяк учкудукцу друг!
И даже Север («Увезу тебя я в тундру»)
Запел про Три колодца, - Учкудук...

Но это было позже. А в июле,
В разгар жары 60-х лет,
Когда... ни сковородки, ни кастрюли
(Из «ничего» чтоб сотворить обед),

А на площадке – пусковой период
И нервоотрепка и... Но «стоп!» - перу.
Давайте ближе к выводу. А вывод:
Совсем не Север – Северное РУ!
Здесь горячо всегда – зимой и летом,
И в праздники, и в будни горячо...
... И через годы, думая об этом,
Я «подставляю хрупкое плечо».
Да, это было... И народ – порука,
С чьей памятью судьба меня свела:
Огромная страна для Учкудука –
Все «сладкое» со своего стола...

Но мало тех, в не очень-то обутом,
В накормленном не очень по труду, -
Кто поступился б «грошевым уютом»,
Чтоб в этом пекле добывать руду.

Все отличалось здесь высокой пробой!
Недаром невозможное смогли
Для признаков формации особой
В отдельно взятом городе Земли.

Востребована всякая «способность»
От каждого, - душевное излить, -
Чтоб расцвела!... И каждому – готовность
«Высокую потребность» утолить.

«Развесистого» не было... И буква
Закона так блюлась, что не смутить.
Все было здесь: икра и даже клюква
(Чтоб радионуклиды выводить!).
Здесь щедрость никогда не угасала.
Бесплатные: арбузы, вкусный квас...
... Рождаемость столичных потрясала
Как показатель жизни без прикрас.
Недалеко от сына и до внука, -
Летят неумолимые года...
Рожденные под солнцем Учкудука
Его не позабудут никогда.

...Байдарки и каноэ. Гибкость граций...
Тех юных граций взлет – с ума сойти!
Чемпионаты мира. Гром оваций...
Здесь все стремились в чем-то превзойти.

Ах, Учкудук... Тебя создали люди,
Что помнят в неизбежностях разлук
Как о бесценном драгоценном чуде:
«Какое это чудо – Учкудук!».

ЗОЛОТОЙ ДЕНЬ

I

Год 95-й. Ночь. Дорога.
«Эй, скорость, с полдороги не сними...»
Нас было в желтом «Рафике» немного.
Мы представляли мчащиеся СМИ

Из Навои...

То возглас, то ни звука, -
Еще за нас цеплялись наши сны.
Но полусонный клев до Учкудука
Сменился на восторг. Потрясены

Видением... Какое Золотое!
Еще не потускневшие лучи...
Невидимый Литейщик – молодое
Светило вылил из своей печи!
Оно смотрело ласково и мудро
На обновленный мир и на меня.
И я сказала: «Золотое утро, -
И чуть помедлив, - Золотого дня!»

В поток лучей сияющего шара
Земля свой продолжала оборот.
Но это нам несколько не мешало
Мчать «поперек»... На север!
(Там народ,
Построивший завод, незримо «вьется»:
Сегодня – пуск!... Душа на вираже?
Волнуется?.. А может, ей поется,
Но «тело» отсыпается уже).

...Всегда в дороге «время нагоняя»
(Раз сутки продлеваться не хотят),
Промелькивая мимо, - обгоняя
Наш быстрый «катер», - «лайнеры» летят...

II

Гостей не счесть.

Навстречу – взгляды, руки...
Особым светом все озарены:
Открытие завода в Учкудуке –
Событие в истории страны
Столь молодой...

Но рвения, пыла-жара
Не занимать:

Все в трудный час – на взвод!..
И вот он, многотрудного «хошара», -
Готовый к пуску золотой завод.

А вот – для чувства гордости «подпитка»
(Развал?.. Нет прежних уз?.. Но «Мы – смогли!»)
Есть Учкудука золото! Два слитка
В ладони президентские легли.

... Он говорил взволнованно (до стука
Сердечного, - во всех отозвалось)
О будущем (весомом!) Учкудука,
Республики...

Не скоро улеглось
Волнение.

Забудется – не скоро...
Но красной нитью мысль через житье:
Что горняки – Республики опора, -
Успехов и стабильности ее.

III

... Ах, золото!...

Как быть с рудой сульфидной?...
И вот пришла пора сульфидных руд.
Был Учкудук бы с участью обидной,
Когда б – ни разумеенье в общий труд
Народов,
раз живем на «общем шаре».
Безрадостно и радостно живем, -
По разному... И где-то там, в ЮАРе,
Уразумели: золота «живьем»
Вести добычу. С помощью бактерий...
(Реальность из невидимых материй!).

.....

«Едят» сульфиды... Равнодушны к злату...
Спокойно «смотрят» в XXI век.
... Ах, как сегодня нужен комбинату
Сей биотехнологии разбег!

И люди в устремленьях не мелеют –
Бесценный, удивительный народ.
Здесь жить и верить, и мечтать умеют.
И смотрят на десятки лет вперед.

IV

Республика в исканьях неустанна,
Чтоб ярче процветали, что ни год,
Богатая земля Узбекистана,
Ее богатство главное - народ.

Понять другого есть предел вниманья...
Мы разве друга сердцем не поймем,
Сливая во взаимопониманье
Понятия, которыми живем?!

Как Учкудук? В заботах жизни новой
Меняется его привычный лик.
Как говорится, - просто современный.
Разбили парк и нарекли «Дустлик»!

Одной душой, навеки молодою, -
Сплоченною единою семьей, -
Здесь все болеют общию бедою
И радуются радостью одной.

Еще о ветры можно уколоться
Как в давние забытые года.
Об этом вам «напомнят» три колодца.
От них («пустыня съела!») – ни следа.

Но все гостеприимней «Три колодца»
Невдалеке. «Струятся» как вода
Ступенями. И золотое солнце
Над арками...

Чтоб это - навсегда!

ПОСЛАНИЕ ИЗ ПРОШЛОГО

Корниенко В.В., руководитель телестудии «ОРИОН», г. Учкудук

Май - это самый весенний, самый сочный месяц в году. Земля налита соком и хруст упругих стеблей под ногами, аромат разнотравья и пленяющего почти густого запаха полыни вызывает головокружение. В такие минуты вдали от промышленной зоны заводов и городов хочется расправить плечи и, вдохнув воздух, слиться воедино с природой, стать ее частью, пусть самой маленькой, но гармоничной. Поездка в поселок Кулькудук была запланирована давно, организовать ее случай представился только в мае. Небольшая группа людей заинтересованных в поисках экспонатов для музея поехали в эти исторические места созданные как человеком, так и природой. Отъехав 50 км от Учкудука, и, свернув вправо, на развилке дорог, встретили огромного варана, который вышел поохотиться на проезжую часть, машина так быстро проскочила, что когда мы опомнились, от места, где важно вышагивал ярко оранжевый варан метровой величины, вернулись чтобы снять такую красоту, было поздно, а он - чудо природы своим камуфляжным окрасом слился воедино с кустарником и землей. В фокус объектива попала первая черепашка, по пути на запланированное место мы их встретили столько, что сосчитать уже не было сил. Не доезжая до поселка, остановились отснять панораму. У подножья гор Бахолы раскинулся по обе стороны дороги поселок. На горизонте, залитая солнцем виднелась площадка святого места Ерлер ата, а вокруг, на сколько хватало взгляда, цветущая степь. В Кулькудуке пообщались с муллой поселка, он коренной житель и родился здесь, знает все дороги в округе. Ходжабек Сейтназаров, мулла, в прошлом водитель предложил свою машину для продолжения путешествия. На автомашине «Нива» мы отправились в путь. Поднявшись на гору Ерлер, мужчины совершили молитву, как бы спрашивая разрешения у святого на продолжение этой удивительной экскурсии. Затем наша небольшая экспедиция направилась, преодолев небольшое расстояние, к гряде гор, очень странной полосатой окраски. Подъехав поближе, мы молча рассматривали эти величественные горы. Они, словно выдавив из себя самое ценное, очертили замысловатые барельефные формы, эти рисунки нигде не повторялись, а в целом ландшафте напоминали картину Рериха. Особенно гранитного строения горного массива Бокалы, расщепленного дайками темно-серого цвета и служили в древности мальбертами для доисторических художников. Именно на темных гранитных породах люди нехитрой техникой точечной выбивки и оставили для нас свои послания, среди них есть уникальные коллекции. Состоявшаяся в апреле этого года республиканская научно-практическая конференция в городе Навои, основной задачей ставила защиту археологических находок в урочище Сармышая, где представительство ЮНЕСКО в Узбекистане впервые

проявило интерес к историческому памятнику и это первая ласточка, в Навоийской области таких уникальных мест не перечесть. Так уж складывалась судьба этих мест, обживали их и покидали не раз, оставляя росписи времени на скалах. Но вернемся к нашим рисункам. В 24 км от Кулькудука мы увидели поразительной красоты изображение животных. Причем, рисунок скомпонован с удивительной рациональностью использования полезной площади, около 15 фигур на площади 40 на 40 см, отсутствие пропорций между большими и малыми животными говорит о том, что люди за этим еще не научились наблюдать, а значит и возраст этих рисунков, судя и по загару на камне, темно коричневого, довольно приличный. Мы нашли и надписи на арабском языке. Почти на вершине гор нас удивили вычерченные ритуальные знаки. Где-то в душе прошел холодок, сколько же поколений из скольких эпох оставили нам с вами послания, причем, там, где были старинные рисунки не поврежден ни один. Хотелось бы так же сказать и о наших современниках, но не могу. На самых интересных страницах из камня поверх петроглифов выбиты имена нынешних «первобытных», непонимающих всей ценности этих мест. Продолжение нашего пути к роднику Бохалы, к колодцу Кырбукана. Преодолев еще 11 км, мы увидели новые рисунки примерного периода от эпохи степной бронзы до средневековья. Изображения диких животных льва, гепарда, бизона. Здесь же встретили изображения людей с головами волка и птицы. Помимо изображений на скалах, нам встретилась ящерица агама самка и самец. Красоту окраса самца просто не передать словами, веки ярко зеленые с желтым отливом, подбородок и брюшко от темно-синего до голубого, а хвостик от оранжевого до темно бордового цвета к кончику.

Уже солнце было ближе к горизонту когда мы возвращались в Кулькудук, заехав по пути на святое место Ерлер и набрав воды прямо с источника, обратили внимание, как меняются горы при закате, все цвета радуги от подножья до верхушки, бархатистая поверхность равнины с изумрудной зеленью волнами меняла цвет. Обратно в Кулькудук мы возвращались другой дорогой, и в промежутке 200-300 метров дорога буквально испытывала нас на прочность нашего профессионализма вождения, но отличный водитель провез нас, как на руках пронес, хоть в некоторых местах и сжималось сердце, когда ехали по выступам из пластинчатых пород. Проводник рассказал, когда-то решили эту дорогу сравнить, сломали металлические зубья, пробовали бурить, чтобы взорвать, и буры не взяли, так и остались «веселые горки», пока не проедешь - весь в напряжении. Подъезжая к Учкудуку, мы благодарили день, посланный нам судьбой из которого узнали так много, что впечатлений останется надолго.