

**Ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali
1997 yilda asos solingan****Ta'asischilar:**

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

Moliyaviy qo'llab quvvatlovchilar:

Navoiy kon-metallurgiya kombinati,
«Olmaliq KMK» OAJ,
«O'zbekko'mir» OAJ

Bosh muharrir: Agzamov Sh.K.**Bosh muharrir o'rinbosari:** Sitenkov V.N.**Tahririyat kengashi:**

Abdullayev U.M., Abduraxmonov S.A., Bibik I.P.,
Bizyev V.K., Davronbekov U.Yu., Klimenko A.I.,
Kustov A.M., Malgin O.N., Nasirov U.F.,
Norov Yu. J., Raimjanov B.R., Rahimov V.R.,
Saidov R.T., Sanakulov K.S., Xusanov N.N.,
Shemetov P.A.

Jurnal O'ZBEKISTON MATBUOT VA
AXBOROT AGENTLIGIda ro'yxatga olingan

Qayd etish guvohnomasi 2004 yil 16 noyabr № 07-041

Jurnalda ma'lumotlar bosilganda dalillar
ko'rsatilishi shart

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

Tahririyat manzili:

706800, Navoiy shahri, Navoiy ko'chasi 51,
Navoiy davlat konchilik instituti
Tel. 8 (436) 224-82-05, faks 224-90-41
706801, Zarafshon shahri, NKMK
Markaziy kon boshqarmasi, Ma'muriy binosi
tel. 8 (436) 5770438, 5770437, 5770354, 5721767
faks 8 (436) 5721015
E-mail: Bibik_GVU@rambler.ru,
gornvest@rambler.ru

Dizayn va kompyuter sahifasi:

Bannov A.N., Semyonova Ye.V., Naumova O.A.

Tahliliy guruh: Luzanovskiy A.G., Golishenko G.N.,
Kudinova R.N.

«Poli-Press» korxonasi shoh'basida nashr qilindi
700015, Toshkent shahri, Avliyo ota ko'chasi 93
Tel: (998 71) 115-27-98

Nashr etishga 15.03.2006 y. imzolandi

Adadi 750 nusxa

MUNDARIJA / СОДЕРЖАНИЕ**GEOLOGIYA / ГЕОЛОГИЯ**

Седельников Л.В., Тусметов А.А., Жумаев С.О., Тураев Т.Н. Перспективы расширения минерально-сырьевой базы окисленных золотосодержащих руд в месторождениях гор Центрального и Южного Букантау.....	3
Арипова Ф.М., Мирасланов М.М., Закиров М.М. Состояние изученности и оценка физико-механических свойств горных пород рудных месторождений Узбекистана.....	7
Бадалов С.Т. Минералого-геохимические и генетические особенности совместного нахождения золота с мышьяком в рудообразующих системах.....	12
Эргашев Й., Исаматов Ю.П. Геологик мухитнинг техноген Ўзгаришини муҳандислик-геологик тадқиқоти босқичлари тўғрисида.....	16

GEOTEKNOLOGIYA / GEOTEKNOLOGIYA

Ахмедов Н.А., Исаходжаев Б.А., Попов Е.Л. Техногенные отходы предприятий Узбекистана и перспективы их перера- ботки.....	19
Лукомская Г.А., Мавлянов К.А., Халматов М.М., Санакулов К.С., Мащенко О.Д. Переработка тонких кон- вертерных пылей медеплавильного завода ОАО «Алмалык- ский ГМК».....	23
Бурксер А.А., Лобанов В.С., Кисленко А.С., Мухитдинов А.Т., Рахимджанов А.А. Особенности отра- ботки месторождений, выбор эффективных технологи- ческих схем горных работ Чармитанского рудного поля.....	25
Бибик И.П., Ивановский Д.С. Технологические особен- ности производства буровзрывных работ в условиях разра- ботки пластового месторождения фосфоритов Джерой- Сардара.....	27
Бызеев В.К., Тен В.Н. Теоретические основы комплексной скважинной разработки горючих сланцев с получением энергоносителей и металлов.....	31
Лобанов В.С., Рахимджанов А.А., Оруджов У.С., Кудинов А.А., Кисленко А.С. Временные предохра- нительные крепи, как гарантия безопасности нахождения лю- дей в призабойной зоне горной выработки.....	35
Конюк В.И., Зеленцова О.В. Реконструкция хвостохра- нилища ГМЗ-3. Концепция перевода хвостохранилища из наливного типа к смешанному.....	38
Якубов С.И., Раимжанов Б.Р., Прокопцов И.С., Мухитдинов Д.Н. Концепции по эффективному использо- ванию энергии топлива при технологии «ЕРОСТИГАЗ».....	43
Федянин С.Н. Выбор разделительных признаков рентге- нометрической сортировки свинцово-цинковых руд.....	46
Ходжаев Н.Т. Перспективы поисков и практического ис- пользования мелкокоразмерных слюд в национальном хозяй- стве Узбекистана.....	50

GEOTEKNIKA / GEOTEKNIKA

Сейтбаев Ш.А. Особенности эксплуатации мобильного оборудования на открытых горных работах в карьере Му- рнтау.....	56
---	----

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

Учредители:

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

При финансовой поддержке:

Навоийского горно-металлургического комбината,
ОАО «Алмалыкский ГМК»,
ОАО «Узбекуголь»

Главный редактор: Агзамов Ш.К.

Зам. главного редактора: Сытенков В.Н.

Редакционный совет:

Абдуллаев У.М., Абдурахмонов С.А., Бибик И.П.,
Бызеев В.К., Давронбеков У.Ю., Клименко А.И.,
Кустов А.М., Мальгин О.Н., Насиров У.Ф.,
Норов Ю.Д., Раимжанов Б.Р., Рахимов В.Р.,
Саидов Р.Т., Санакулов К.С., Хусанов Н.Н.,
Шеметов П.А.

Журнал зарегистрирован в УЗБЕКСКОМ
АГЕНТСТВЕ ПО ПЕЧАТИ И ИНФОРМАЦИИ

Регистрационное свидетельство за № 07- 041
от 16 ноября 2004 года

При перепечатке материалов ссылка на журнал
обязательна

За точность фактов и достоверность
информации ответственность несут авторы

Адрес редакции:

706800, г. Навои, ул. Навои 51,
Навоийский государственный горный институт
тел. 8(436) 224-82-05, факс 224-90-41
706801, г. Зарафшан, Административный корпус,
Центральное рудоуправление НГМК
Тел. 8(436) 70438, 70437, 70354, 5721767
Факс 8(436) 5721015
e-mail: Bibik_GVU@rambler.ru,
gornvest@rambler.ru

Дизайн и компьютерная верстка:

Баннов А.Н., Семёнова Е.В., Наумова О.А.

Аналитическая группа: Лузановский А.Г.,
Голиценко Г.Н., Кудинова Р.Н.

Оттиснено в ДП «Poli-Press»
700015, г. Ташкент, ул. Авлиё Ота 33
Тел. (998 71) 115-27-98

Подписано в печать 15.03.2006 г.

Тираж 750 экз.

Махмудов А.М., Давронбеков У.Ю., Махмудов Ш.А. Пути
повышения работоспособности мобильного горного и
транспортного оборудования..... 59

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

Чарьев Я.Ч., Камолов И.Р. Значение и роль приборов на
основе InP в оптоэлектронике 60
**Жумаев З.Ш., Абдуллаев Ф.А., Джуреева Н.М.,
Эшпулатов Б.** Исследование влияния входных парамет-
ров на процессы перемешивания и распространения струи
в ограниченном пространстве..... 62
Камолов И.Р. Механизм изменения свойств контактов Au-
n-InP с переходным слоем в процессе тепловой обработки..... 64
Каримова Д.А. Исследования свойств интерполимерных
комплексов и композиционных материалов на их основе..... 66
Попов В.С., Борминский С.И. Гуминовые кислоты: теория
и практика, поиск и реализация 69

**ECOLOGIYA VA TEXNIKA HAVFSIZLIGI /
ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Бадалов С.Т. Некоторые экологические особенности гор-
но-рудных предприятий (на изотопном уровне)..... 72
Петухов О.Ф. Очистка почв от меди методом электро-
сорбционной технологии 75
Муранов В.Г. Методика расчета толщины покрытия для
захоронения радиоактивных отходов..... 78

ELEKTR TA'MINOTI / ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Шайматов Б.Х., Каршибоев А.И. Повышение эффектив-
ности применения электроэнергии на открытых горных
работах 84

FAN VA TA'LIM / НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Курбонов А.А., Хамидова Н.Р., Танбаев Х., Нуримов Н.Т.
Проекциялаш чизмачилиги бўлимини ўқитишда фаоллаш-
тириш усуллари 85
Ахмедова Н.М. Специфика становления в вузе профес-
сиональных качеств современного инженера..... 87

TARIX / ИСТОРИЯ

Тураев А.С., Таджиева Н.В., Назарова С.И. Рядовой или
важнейший минерал..... 90
Рузиева Р.Х., Асқаров М.А. Беруний ёқут жавохирлар
хақида 91

HABARLAR / ИНФОРМАЦИЯ

Рубцов С.К., Шлыков А.Г. Рецензия на монографию
П.А. Шеметова «Повышение эффективности использова-
ния георесурсного потенциала при разработке месторож-
дений» 93
Поздравляем 95
Расценки на размещение рекламы в журнале «Горный
вестник Узбекистана»..... 96

REKLAMA / РЕКЛАМА

На 2 стр. обложки: «Производство минеральной воды и безалкогольных
напитков»
На 3 стр. обложки: «Качество, на которое можно рассчитывать»
На 4 стр. обложки: «Sandvik Mining and Construction»

ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ОКИСЛЕННЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ГОР ЦЕНТРАЛЬНОГО И ЮЖНОГО БУКАНТАУ

Седельников Л.В., зав. сектором БМЗУ ИМП, канд. геол.-минер. наук; Тусметов А.А., инженер сектора БМЗУ ИМП; Жумаев С.О., начальник Кокпатасской ПГРЭ ГПП «Самаркандгеология»; Тураев Т.Н., гл. геолог Кокпатасской ПГРЭ ГПП «Самаркандгеология»

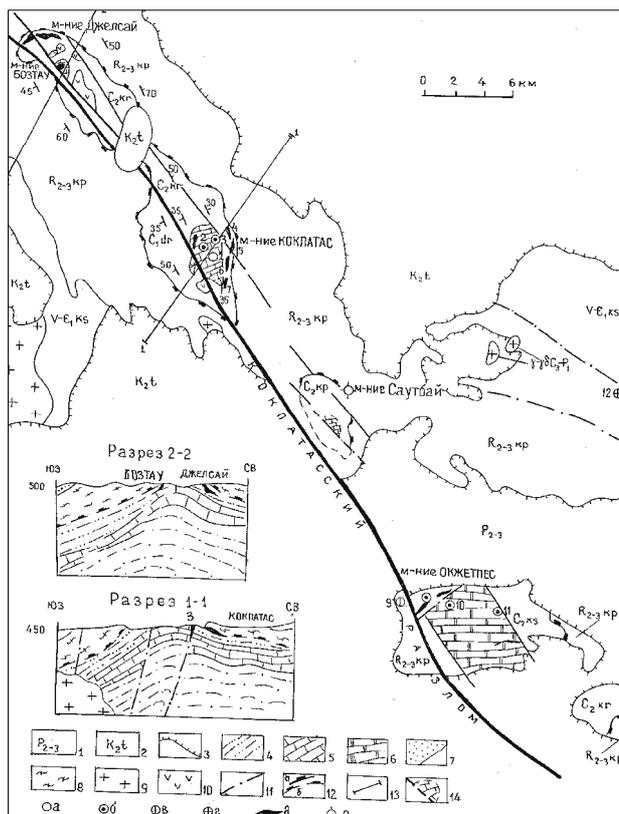


Рис. 1. Горы Центрального Букантау. Схематическая геолого-структурная карта. (материалы Зонава В.И., Аристова А.С.):

1 – глины, линзы алевролитов; 2 – глины с прослоями песчаников; 3 – выходы домезозойского фундамента; 4 – туфовые образования, переслаивающиеся с песчаниками, сланцами (карашахская свита); 5 – известняки (джускудукская свита); 6 – доломиты, известняки (ожкетпесская свита); 7 – метапесчаники, сланцы кварц-серицитовые, гравелиты, кремни (коксайская свита); 8 – микрокварциты, кремни, доломиты, метапесчаники (кокатасская свита); 9 – гранодиориты и кварцевые монцодиориты; 10 – серпентиниты, габбро-амфиболитовые; 11 – разломы линейного типа; 12 – надвиги: выявленные (а) и предполагаемые (б); 13 – линии разрезов; 14 – предполагаемая брахиформная карбонатная структура

Объекты ведущей рудной формации: а – антимонит серебро-рудная (1 – Сурьямной); б – золото-серебряная (2 – Центральный; 3 – Серебряный I; 10 – 2-я зона Ожкетпес; 11 – Барханное); в – полисульфидно-золоторудная (9 – 9-я зона Ожкетпес); г – редкометалло-золоторудная (12 – Турбай); д – пирит-арсенопирит-золоторудная (4 – Восточный; 5 – Карашах; 6 – Приконтактный; 7 – Ближний); е – скарново-шеелитовая

Горы Букантау, в отношении рудоносности, привлекали внимание рудокопов еще в средние века (IX-XIII вв.), о чем свидетельствует наличие древних выработок. В современное время широкомасштабное изучение золотоносности региона началось с открытием и началом разведки (1963 г.) крупного золоторудного месторождения Кокпатас. Первая промышленная добыча золота, в небольших масштабах, была проведена на месторождении Айттым в начале 70-х гг. прошедшего столетия. И только в 1995 г. были получены первые золотые слитки на ГМЗ-3 из разведанных запасов окисленных руд месторождения Кокпатас.

Известные золоторудные месторождения гор Букантау и, в первую очередь, разведанные запасы группы месторождений Кокпатас являются сырьевой базой ГМЗ-3 Навоийского горно-металлургического комбината (НГМК). За прошедшие 10 лет окисленные руды на месторождении Кокпатас, переданные на баланс НГМК, в основном отработаны, а поэтапный ввод мощностей второй очереди ГМЗ-3, предусматривающий переработку сульфидных руд месторождения, планируется завершить к 2007 г. Отсюда вытекает необходимость интенсификации прогнозно-поисковых работ участков развития окисленных руд в пределах гор Букантау, лимит обнаружения которых в Кокпатасском рудном поле достаточно ограничен, но не исчерпан.

По мнению некоторых исследователей, для многих территорий, в т.ч. и ведущих горнорудных регионов, из-за произошедших за последние годы изменений в представлении по вопросам геологического строения и накопления новых данных назрела потребность переинтерпретации всего имеющегося геологического материала и перехода на современные геологические основы [1, 2]. С этих позиций не являются исключением и перспективы гор Букантау, в пределах которых с 2004 г. Центральной геолого-геофизической экспедицией ГПП «Самаркандгеология» развернуты широкомасштабные ревизионно-обобщающие работы (рис. 1-3).

Вопросам геологии и рудоносности гор Букантау посвящены многочисленные труды исследователей региона из системы Академии Наук, ВУЗов геологоразведочной отрасли и ее научных центров. Целью настоящей публикации является изложение

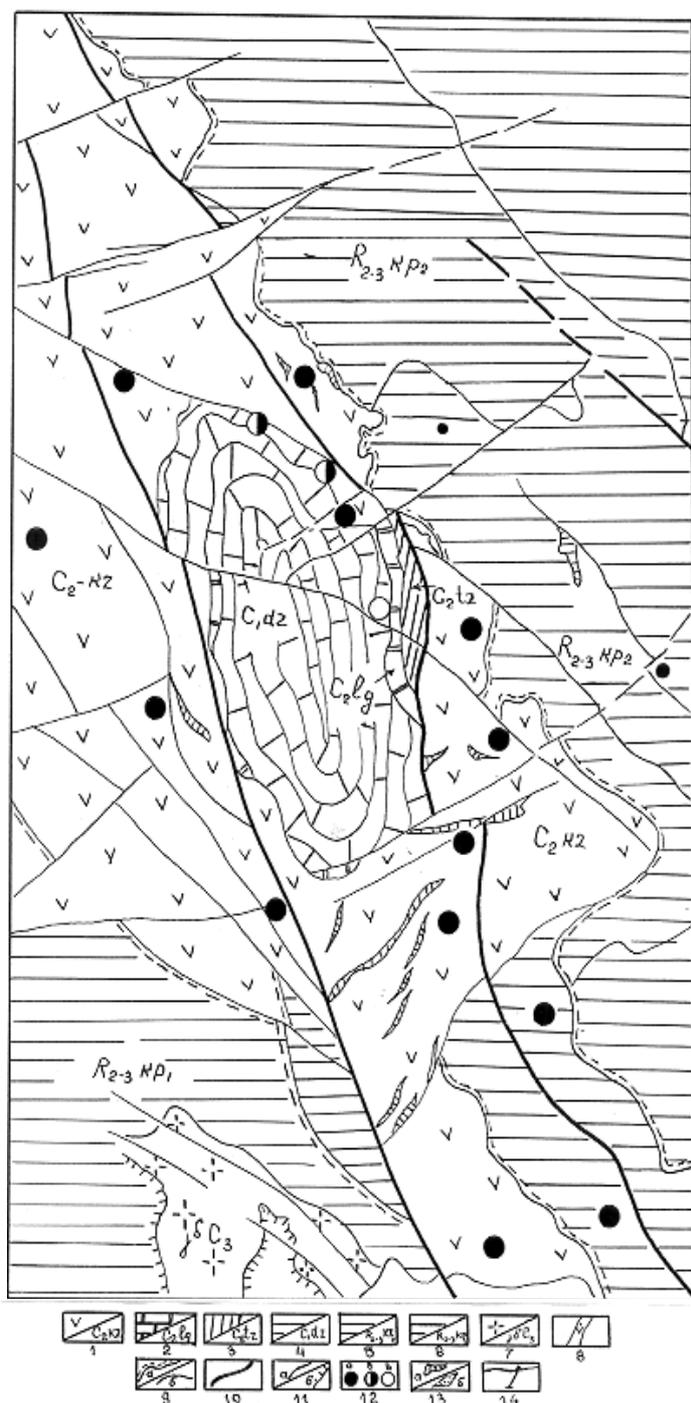


Рис. 2. Горы Центрального Букантау. Схематическая геолого-структурная карта Кокпатасского рудного поля. (материалы Зонova В.И., Швецова А.Д., Исаходжаева Б.А.)

1 - туфы и лавы трахибазальтов, трахиандезит-базальтов, прослои туфопесчаников, сланцев, известняков; 2 - сланцы углисто-кремнистые, углисто-глинистые, алевролиты, песчаники, гравелиты; 3 - известняки массивные, слоистые; 4 - известняки, доломитовые известняки; 5 - терригенно-кремнистая формация; 6 - вулканогенно-терригенно-карбонатно-кремнистая формация; 7 - гранодиориты; 8 - дайковые тела основного состава; 9 - надвиги (а), крутопадающие разломы (б); 10 - зона Кокпатасского разлома; 11 - геологические границы (а), контуры палеозойских выходов (б); 12 - месторождения: золотосульфидные (а); золото-серебро-сурьмяные (б); сурьмяные (в); 13 - рудная зона: рудные тела (а); минерализованные зоны (б); 14 - разведочные скважины

авторских взглядов на решение проблемы расширения и укрепления сырьевой базы золота в пределах хорошо изученного, но и подлежащего углубленному исследованию региона - гор Южного Букантау.

Обеспечение насущных потребностей ГМЗ-3 в окисленных рудах золота возможно следует ожидать за счет выявления новых перспективных площадей на основе накопленных знаний о рудоконтролирующих факторах месторождения Кокпатас и его места в общей геолого-структурной позиции Букантауского горнорудного района. Они выражаются в следующем:

1. Согласно мнению ряда исследователей [3] ССЗ разломы выступали в Западном Узбекистане как рудоконтролирующие структуры, и их роль в размещении оруденения еще не доизучена. Подчеркнем, что более изучены рудолокализирующие структуры. Так, в пределах Кокпатасского рудного поля 77,8 % промышленных концентраций золота локализуется в зонах влияния ССВ разломов и их сложного сочетания с нарушениями других ориентировок.

2. В размещении золотой минерализации отчетливо проявлена пространственная связь со структурой глубинного заложения - Кокпатасским глубинным разломом, который представлен серией сближенных нарушений с общим простиранием 315° и углами падения $70-80^\circ$ к западу. На отдельных интервалах зона разлома маркируется телами гипербазитов и концентрацией крупных дайковых полей диоритов и лампрофиров. Эта структура прослеживается от гор Окжетпес вдоль западного крыла Кокпатасской и Бозтауской антиклиналей в сторону гор Каскыртау, далее к северу ее признаки устанавливаются в восточной части Бокалинского массива по ступенчатому изгибу его в плане и резкому изменению простираний даек. В южном направлении Кокпатасский разлом по геофизическим данным и дешифрированию АФС прослежен до гор Сангрунтау [3]. Разлом имеет параллельные составляющие ветви, более четко фиксируемые в местах обнажения карбонатных образований нижнего карбона (C_1).

3. По характеру перемещений Кокпатасский разлом представляет собой сбросо-сдвиг, в целом со значительной амплитудой вертикальных перемещений. При горизонтальных подвижках вдоль разлома его грани с азимутом простирания 325° , по-видимому, неоднократно приоткрывались, в том числе и в период рудоотложения. Именно к этой грани тяготеют основные дайковые пояса и подавляющее большинство проявлений золоторудной и другой минерализации.

4. Протяженность этой крупной геоструктуры выходит за пределы Бозтау-Кокпатас-Окжетпеса так, что можно было бы её назвать

Бозтау-Кокпатас-Окжетпес-Актауской. По мнению некоторых исследователей, вытянутый на 60 км вдоль разлома пояс повышенного проявления золоторудной минерализации следует выделить как своеобразное природное явление – тренд (общее направление, тенденция). Бозтау-Кокпатас-Окжетпесский тренд представляет собой цепочку вытянутых вдоль глубинного разлома составляющих его брахиформных карбонатных построек девон-карбонного возраста – структурно-тектонические эрозионные окна среди отложений

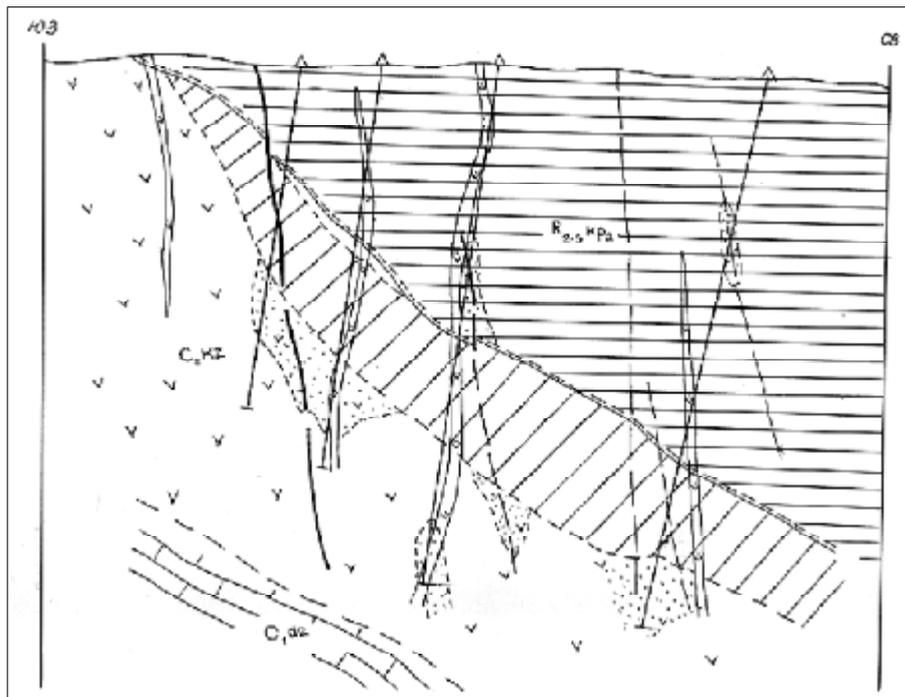


Рис. 3. Горы Центрального Букантау. Схематический геолого-структурный разрез по восточному флангу месторождения Кокпатас.

протерозойской флишоидной формации, с контролируемой ими золоторудной минерализацией (рис. 1). Потенциальная перспективность структурной позиции подтверждается уже многие десятилетия успешными результатами геологоразведочных работ в крупном Кокпатаасском рудном поле и на прилегающих территориях (рис. 2).

Важным и основным рудолокализирующим структурным элементом площади является Кокпатаасский надвиг, по которому метаморфизованные сланцы кокпатаасской свиты (PR_{2-3} кр) надвинуты на вулканогенно-осадочные образования карашахской свиты среднего карбона. На отдельных участках надвиг почти полностью срезает отложения карашахской свиты (скв. 1973, уч. Восточный) и отложения кокпатаасской свиты непосредственно налегают на известняки нижнего карбона ($C_1 v$). Плоскость надвига пологого падения ($10-35^\circ$) сильно деформирована и имеет выход в форме тектонического окна (рис. 1). Интенсивность проявления процессов ми-

нералообразования возрастает в тех геолого-структурных позициях, где по надвику на карашахские сланцы надвинуты горизонты плотных кремней – пород, способных создать более совершенный экран (рис. 3), а также на интервалах, где расстояния между рудоносным межформационным контактом (изв.+сл.) и зоной надвига значительно сокращены. Следует учитывать и следующие геолого-структурные особенности позиций, влияющие на формирование рудных участков: неблагоприятным признаком для формирования зон интенсивного

минералообразования является наличие вблизи межформационной зоны грубообломочных фаций нижней пачки карашахской свиты и значительная удаленность от плоскости надвига. Основываясь на изложенных закономерностях размещения оруденения и на реальной степени изученности в Бозтау-Кокпатас-Окжетпесском тренде, можно предложить прогноз структурно-тектонических позиций разного иерархического уровня. При этом считаем, что вдоль зоны глубинного Кокпатаасского разлома имеется ряд подобных структур, благоприятных для формирования рудных участков:

1. Обнаружение промышленных рудных залежей, как правило, выходящих на поверхность (мощность чехла первые метры), возможно за счет более це-

ленаправленного изучения подобных структурных позиций, вмещающих подавляющую часть разведанных участков в пределах Кокпатаасского рудного поля. Достоверно зона надвига прослежена буровыми скважинами и горными выработками в пределах Кокпатаасского рудного поля и в особенности его восточной части. А в пределах собственно гор Кокпатас недоизученным остался только юго-западный небольшой его отрезок, где рекомендуется завершение изучения зоны надвига.

2. Возможно обнаружение среди выходов пород карашахской свиты вдоль рудовыводящей структуры Кокпатаасского глубинного разлома новых неглубоко залегающих брахиформных карбонатных построек. Подобные постройки, разбитые серией тектонических нарушений, оперяющих глубинные разломы, играли роль рудораспределяющей структуры и определяли позицию рудных полей (рис. 2). Предполагается наличие не вскрытой эрозией брахиформной карбонатной постройки в лежащем боку

Кокпатасского глубинного разлома в 12-13 км ЮВ Кокпатасской карбонатной постройки. Выводы обоснованы структурным анализом, выявившем пространственное наложение в двух критериях: предполагаемое положение шарнира «пропущенной» на геологических картах брахиформной карбонатной постройки и фрагментарно обнажающиеся над ней выходы пород карашахской свиты, имеющие закономерную овальную форму вокруг подобных структур.

На возможности вскрытия подобной позиции указывает и закономерная модуляция шарнира структуры (через каждые 12-15 км) вдоль ее простираия. По данным геохимических съемок - позиция характеризуется повышенным фоном присутствия As, Au и Sb. Представляется целесообразной постановка на данной площади опережающих поисковых работ с глубинным картированием и переинтерпретацией имеющихся материалов прошлых лет. Исходя из достаточно высокой схожести значительной части состава литологических комплексов автохтона и аллохтона (метатерригены и метавулканиды) возрастают требования к достоверности первичной документации материалов картировочного бурения и необходимость заложения отдельных скважин колонкового бурения. Ожидаемая мощность перекрывающего чехла четвертичных и мезокайнозойских отложений 5-15 м, до 30 м на флангах структуры.

3. В Окжетпесском структурно-эрозионном окне разведка велась в основном в карбонатной постройке и ее приконтактовой части, а контакт карашахской и кокпатасской свит почти не изучался. Для изучения локальных позиций необходимо, в первую очередь, составить детальную геологическую основу масштаба 1: 5000 и крупнее.

4. До настоящего времени была слабо изучена структурная позиция Бозтауского эрозионного окна. Сейчас здесь начаты работы по оценке месторождения Джелсай (рис. 1). Именно, на Бозтауской площади необходимо усилить поисково-разведочные работы. Здесь имеются наиболее благоприятные геологические условия для обеспечения прироста, в первую очередь, окисленных золотосодержащих руд. Аргументами этому служат:

- единство геолого-структурной позиции с Кокпатасским рудным полем (рис. 1, разрезы 1-1 и 2-2), расположенной также в лежащем боку глубинного Кокпатасского разлома в породах автохтона, об-

рамляющих брахиформную карбонатную постройку (эрозионно-тектоническое «окно»);

- общность рудоконтролирующих факторов и поисковых критериев, проявленных в приуроченности основных промышленных рудных скоплений к зоне надвига, преимущественно кремнистых образований кокпатасской свиты («экран») на вмещающие вулканогенно-терригенные отложения карашахской свиты (месторождение Джелсай на рис. 1) или внутри вмещающей свиты (рис. 2);

- интенсивное развитие процессов окисления в сульфидных рудах уровня грунтовых вод (35-50 м), доказанное бурением скважин (рис. 3);

- близость расположения (12-15 км) площади от развитой инфраструктуры Кокпатасского карьера.

Кроме того, наблюдаются факты (как и на месторождении Кокпатас) приуроченности отдельных рудных залежей к пологим контактам отдельных пакетов пород карашахской свиты (рис. 3), что дополнительно увеличивает перспективы Бозтауской площади в целом.

5. В рудных полях, внутри подобных построек, в верхних частях карбонатных пород, на их контакте с песчано-сланцевыми породами в отдельных благоприятных позициях развито золото-серебряное оруденение с сурьмяной минерализацией. Ожидаемая глубина рудных тел определяется мощностью четвертичных отложений, которые в подобных структурных позициях редко превышают 2-5 м (Бозтау, 9 зона Окжетпеса и др.). Однако, подобный тип оруденения в Кокпатасском тренде не получил ещё должного изучения, - хотя известны его проявления: рудные тела участков Центральный и Серебряный II, в Кокпатасском рудном поле (рис. 2); на Бозтауской площади разведано мелкое месторождение Бозтау; в Окжетпесском рудном поле известно месторождение Барханное и заслуживает постановки оценочных работ золото-минерализованная зона № 2.

Потенциал гор Центрального и Южного Букантау, на многие виды выявленных здесь рудных элементов (Ag, Си, W, Sb, Hg и др.), в том числе и на золото ещё далеко не полностью оценен. В пользу необходимости целенаправленного изучения геологии и рудоносности региона говорит и факт обнаружения продуктивных на алмазы пород, которые в настоящее время являются объектом детальных исследований.

Список литературы:

1. Ахмедов Н.А. «Проблемы геологии и развития минерально-сырьевой базы». Труды Международной конференции. Ташкент-2003 г. с. 10.
2. Исаходжаев Б.А. «Состояние и задачи прикладной науки по геологии золота». Труды конференции. Геология и промышленные типы золоторудных месторождений Узбекистана. Ташкент – 1998 г. с. 14.
3. Шер С.Д. и др. «Металлогения золота Тянь-Шаня», Ташкент -1979 г. с. 262.

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ И ОЦЕНКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА

Арипова Ф.М., профессор ТашГТУ, канд. техн. наук; **Мирасланов М.М.**, ведущий научный сотрудник ГИДРОИНГЕО, кандидат геол.-минер. наук; **Закиров М.М.**, заведующий лабораторией ГИДРОИНГЕО

Физико-механические свойства горных пород являются главными показателями, определяющими состояние породного массива. С физико-механическими свойствами пород связано строительство как малых (дороги, каналы, здания и др.), так и гигантских (космодромы, аэродромы, Асуанская плотина, Днепро ГЭС, Нурек ГЭС, Чарвак ГЭС и многие др.) сооружений. Нет ни одного наземного или подземного сооружения, где не использовались бы результаты физико-механических свойств пород. Кроме того, физико-механические свойства горных пород используются при выделении среди пород рудных полей благоприятных для оруденения [1]. В частности, оптимальные значения эффективной пористости горных пород наиболее благоприятны для рудоотложения [2].

И.П. Тимченко отмечает влияние пористости и трещиноватости рудовмещающих пород на степень и характер оруденения. По его данным в породах с высоким временным сопротивлением сжатию, более 300 МПа, трещины почти не образуются. При таких породах поступление рудоносных растворов затруднено. Также, он отмечает, что в рудную стадию минерализации происходит уменьшение эффективной пористости пород в 1,4-1,5 раза в результате заполнения пустот рудными минералами. Н.И. Любимовым, В.И. Морозовым было установлено, что такие свойства как упругость, хрупкость и пластичность пород играют важную роль при образовании разрывных и складчатых структур, а проницаемость, прочность пород – при локализации оруденения [3].

Обязательно, перед постройкой сооружений или перед освоением территорий, проводятся лабораторные и полевые исследования по определению физико-механических свойств пород.

При разведке месторождений полезных ископаемых (МПИ), во всех стадиях, одной из основных задач является изучение физико-механических свойств пород, которое необходимо при составлении ТЭС, ТЭО, утверждении запасов, обосновании горнотехнических условий разработки МПИ, а также при размещении технологического оборудования. Кроме того, в эксплуатируемых месторождениях ежегодно проводятся десятки, сотни определений физико-механических свойств горных пород для различных целей: технологической; изменения схемы взрыва; разработки мероприятий по ликвидации образовавшихся деформаций на бортах карьеров

и в шахтах, шахтных горизонтах и т.д. По данным Г.В.Калашникова, В.В. Фромма и др. [4] только в Донецком бассейне в год проведено около 8 тыс. испытаний физико-механических свойств углевмещающих пород. На Ангренском угольном месторождении, начиная с 1947 г., проведены колоссальные испытания физико-механических свойств вскрышных и углевмещающих пород различными организациями: СредАзуголь, Ангренский угольный разрез, Горный факультет ТашПИ, Горный отдел АН Узб., институт геологии и геофизики АН Узб., ГПП «Узбекгидрогеология», Московский институт Фундаментпроект, Карагандагипрошахт, Ленинградский ВНИМИ, Укрниипроект, Химгеолнеруд, СредАзниипроцветмет и др. Также большое количество испытаний физико-механических свойств пород проведено и проводится в Алмалыкских месторождениях: Кургашикан (1953-1979 гг.), Кальмакыр (с 1954 г.), Сары-Чеку, Дальнее, Каульды и др. Такие определения физико-механических свойств пород проведены и проводятся на месторождениях, расположенных в Центральных Кызылкумах, Нуратинских, Зарафшанских, Шаргунь-Байсунтауских горах. Таким образом, накоплено огромное количество показателей физико-механических свойств пород, которые рассредоточены в многочисленных отчетах и публикациях или хранятся в фондах, архивах различных организаций и ведомств.

В свете вышеизложенного, институтом ГИДРОИНГЕО ГПП «Узбекгидрогеология» проведено научное обобщение (Ф.М. Арипова, М.М. Мирасланов, М.М. Закиров, Н.В. Тарасенко) физико-механических свойств горных пород рудных месторождений Узбекистана. Систематизированная и проанализированная информация о физико-механических свойствах пород по месторождениям (цветных и благородных металлов) охватывает период с 1950 по 2003 гг.

Характеристика физико-механических свойств горных пород выражается количественными показателями. Методы их определения различны и зависят от рассматриваемого объекта, стадии разведки или проектирования, типа пород. Назначение, тип и конструкцию сооружений, а также свойства пород определяет состав показателя их физико-механических свойств.

Перечень определяемых показателей физико-механических свойств пород, в каждом отдельном

случае, должен учитывать все инженерно-геологические явления, которые могут возникнуть при взаимодействии сооружения с породой и включать такие показатели, с помощью которых можно дать количественную оценку прогнозируемых явлений и обеспечивать достаточную информацию для планирования мер борьбы с опасными последствиями этих явлений. Для месторождений твердых полезных ископаемых данные физико-механических свойств пород необходимы при проектировании карьеров, траншей, шахт, штолен и др., а также с ними связаны технологическое оборудование и линейные сооружения.

Комплекс лабораторных испытаний, для указанных целей, на месторождениях твердых полезных ископаемых проводится в три этапа:

Первый этап – проведение приближенной классификации проб по петрографическим признакам и по результатам простейших физико-механических испытаний. Одновременно проводится петрографическое изучение состава пород с оценкой степени их вторичного изменения. При сокращенном комплексе испытаний определяются: открытая (эффективная) пористость, водонасыщение, объемный вес, а в отдельных случаях, прочность. Указанные показатели позволяют проследить характер изменения свойств пород в пространстве на геологических планах и разрезах. Детальность изучения свойств пород соответствует поисково-оценочной стадии.

Второй этап – определение физико-механических свойств пород на характерных монолитах, равномерно отобранных по петрографическому типу пород, с учетом глубины и площади, а также результатов, выполненных на первом этапе. Полный комплекс физико-механических испытаний будет выполняться в стационарных лабораториях. Детальность изучения свойств пород соответствует предварительной и детальной оценкам.

Третий этап – дополнение и проверка результатов испытаний первого и второго этапов, а также контрольное определение не представительных значений свойств горных пород. Детальность изучения свойств пород соответствует детальной и эксплуатационной разведкам.

Физико-механические свойства горных пород оказывают существенное влияние на многие производственные процессы в различных отраслях промышленности: проходку шахт, штолен; строительство тоннелей, гидротехнических сооружений; бурение геологоразведочных, нефтяных и газовых скважин; выбор рационального режима горных машин, технологии и системы разработки; а также предотвращение негативных последствий в процессе открытой и подземной разработки МПИ и т.д.

Исследование физических и механических свойств горных пород в настоящее время уже вышло из стадии накопления данных об изменении тех или иных параметров пород различного петро-

графического состава. Установлены определенные закономерности изменения этих свойств в зависимости от состава, структуры, генезиса, гидротермально-метасоматических процессов, трещиноватости, нарушенности и т.д.

Следует отметить, что в Узбекистане ни одно рудное месторождение не отработано полностью, и в перспективе они будут расширяться по вертикали и по горизонтали. При этом создается необходимость использования результатов ранее проведенных испытаний физико-механических свойств горных пород. Для удобства использования этих результатов их необходимо собрать, систематизировать, обобщить и проанализировать.

Горные породы отличаются исключительным разнообразием по прочности и по петрографическому составу. Вместе с тем, во многих случаях различные горные породы с инженерно-геологической точки зрения обладают более или менее сходными или общими механическими свойствами. Например, по прочностным и деформационным показателям между гранитом и диоритом или сиенитом и диоритом нет существенной границы. Они в не выветренном состоянии могут служить хорошим основанием под самые тяжелые сооружения. По этим признакам многие исследователи разделяют горные породы на: скальные, полускальные, сыпучие и связные. Скальные породы характеризуются жесткими связями структурного сцепления необратимого характера, придающими повышенную прочность.

В горнорудной промышленности изучение физико-механических свойств пород необходимо для решения следующих задач:

- оценка современной устойчивости бортов карьеров, выбор конструкции карьеров и подземных выработок, размещение горнотехнических сооружений, оценка пород при надземном строительстве горнотехнических комплексов;
- оценка пород как среды, вмещающей различные виды полезных ископаемых, при проектировании технологических систем извлечения полезных ископаемых и выбора эффективных способов разрушения пород;
- оценка качества естественных каменных строительных и облицовочных материалов.

Каждая из указанных задач является самостоятельной отраслью исследований. Поэтому, нами в основном рассматриваются те показатели физико-механических свойств пород, которые необходимы для решения первой задачи.

Основными физическими свойствами скальных пород являются: объемный вес, удельный вес, пористость и влажность. Эти свойства взаимозависимы и, в целом, выражают состояние горных пород, как в условиях естественного залегания, так и при окончательной их инженерной оценке. Среди водных свойств скальных пород главнейшими являются

ся: водоустойчивость, водопроницаемость и влагоемкость. Механические свойства горных пород - это их прочность и деформируемость, которые выражаются и оцениваются прочностными и деформационными показателями. Прочность скальных пород оценивается временным сопротивлением сжатию и растяжению. Деформируемость скальных пород характеризуется модулем упругости и модулем общей деформации.

Количество лабораторных исследований зависит от сложности инженерно-геологических условий, глубины и площади разведки.

Опыт инженерно-геологического опробования горных пород показывает, что в условиях простых месторождений (по инженерно-геологическим условиям) глубиной не более 100-120 м, с площадью разведки около 1 км² при предварительной разведке отбираются образцы (монолиты) с поверхности - 15, из скважины - 30 интервалов. Всего 45 интервалов. При детальной разведке в 1,2-1,4 раза больше, т.е. 45 x 1,3 = 58,5 интервалов. В целом, в условиях мелких простых месторождений физико-механические свойства пород в процессе разведки определяются примерно со 100 интервалов (точек). На месторождениях со средне-сложными инженерно-геологическими условиями количество лабораторных испытаний в 2,5-3,0 раза больше, чем на месторождениях с простыми условиями, т.е. около 300 интервалов. На месторождениях со сложными инженерно-геологическими условиями (площадь разведкуемых месторождений 2-3 км², глубина более 200м) количество лабораторных испытаний в 2,5 раза больше, чем на месторождениях со средними инженерно-геологическими условиями, опробуется около 700 интервалов (точек).

Из общего количества рассматриваемых месторождений цветных и благородных металлов 75 % относятся к месторождениям со сложными и 25 % к месторождениям со средне сложными инженерно-геологическими условиями. Кроме того, в период разработки на некоторых месторождениях проводятся специальные лабораторные работы для решения конкретных задач: изменения горнотехнических параметров и системы взрыва, обоснования мероприятий по ликвидации образовавшихся процессов в горных выработках и др. Например, в период эксплуатации на Алмалыкских карьерах испытаний физико-механических свойств проведено в десятки раз больше, чем на стадии разведки и т.д. Некоторые месторождения используются как аналог для вновь разведкуемых. В этом случае проводятся контрольные лабораторные испытания физико-механических свойств пород. В частности, месторождение Мурунтау является (принято) аналогом для месторождений Мютенбай, Амантайтау и др. В связи с этим, с борта карьера Мурунтау были отобраны монолиты и проведены контрольные (для

выявления достоверности и сопоставления) лабораторные испытания.

При сборе физико-механических свойств пород необходимо исходить из требования соответствия размеров испытанных образцов и минимального количества определений с одного интервала или точки ГОСТу и общепринятым методическим рекомендациям. Размеры образцов скальных пород для лабораторных испытаний частично регламентируются в ГОСТах для проведения одноосного сжатия. При этом, высота предусматривается равной их ширине или диаметру. Многие авторы вполне обосновано считают такую высоту недостаточной и рекомендуют соответствующие высоты образцов, в зависимости от диаметра цилиндров или ширины прямоугольников, т.е. высота образца должна равняться 2-3 диаметра или ширины [5].

Также, имеется обширный материал о размерах образцов при определении механических свойств горных пород. Одни исследователи считают, что минимальные размеры образцов превысили средние размеры зерен, слагающих породы, минимум в 7 раз [6]. По мнению других авторов, эта цифра должна быть увеличена до 20-30 [5]. По ГОСТу допускается испытание образцов скальных пород размером 50-70 мм, а полускальных пород - до 100-150 мм. Некоторые авторы считают, что значительное увеличение размеров образцов также нежелательно, т.к. при этом создаются дополнительные трудности при их изготовлении и дополнительно усложняется испытательная аппаратура. В связи с этим, размеры образцов должны быть в пределах 35-70 мм.

В 1961 г. Международное бюро по механике горных пород (МБМГП) утвердило диаметр образца равный 42 мм в качестве стандарта при испытаниях пород на одноосное сжатие. При этом, высота образцов предопределяется возможностью применения различных методов испытаний. Определение прочности на сжатие и прочности на разрыв рекомендуется на цилиндрических образцах с высотой равной диаметру.

Обобщенный опыт работы наших исследователей по изучению физико-механических свойств горных пород на более, чем 80 % месторождений Узбекистана, результаты которого одобрены экспертом ГКЗ по утверждению запасов и составлению ТЭО, показывает, что данные по механическим свойствам петрографически однотипных не трещиноватых скальных пород можно использовать для оценки и обобщения полученных результатов лабораторных испытаний, где минимальный размер диаметра или ширины образца не менее 40 мм, а высота образца соответствует или превышает его диаметр или ширину.

Другие показатели физико-механических свойств (водно-физические) на всех месторожде-

Таблица

Количество определений (образцов) с интервала или точек сбора и обобщения

Показатели физико-механических свойств пород	Кол-во испытаний на одном интервале
Удельный вес	2
Объёмный вес	10
Пористость	3
Влажность	3
Водопоглощение	3
Предел прочности при растяжении	5
Предел прочности при сжатии в естественном состоянии	8
Предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии	6
Коэффициент размягчения	6
Коэффициент крепости по Протодьяконову	5
Угол внутреннего трения	5
Сила сцепления	5
Модуль упругости	2

ниях были определены согласно ГОСТу и общепринятой методике.

В целом, сбор физико-механических свойств пород с учетом вышесказанного, для каждого литологического типа необходимо провести поинтервально, в зависимости от количества определений с одной точки каждого показателя (табл.). Те интервалы, где количество определений меньше указанных в таблице, отбрасываются.

Физико-механические свойства горных пород оцениваются по горнорудным районам, так как большинство месторождений, расположенных в одних и тех же горнорудных территориях, сложено однотипными породами. Так в Центральных Кызылкумах (Кокпатас, Мютенбай, Косманачи, Амантайтау, Даугызтау и др.) во всех месторождениях вскрываются сланцы, песчаники, алевролиты, а на месторождениях, расположенных в горноскладчатых областях (Кочбулак, Кызылалма, Кайрагач, Каульды, Сары-Чеку и др.) – диориты, сиениты, гранодиориты и др.

Анализ физико-механических свойств в литологически однотипных породах нескольких месторождений позволяет выявить влияние трещиноватости и вторичных изменений на свойства пород, которые могут дать ответ на вопрос: «Почему литологически однотипные породы, в одних случаях относятся к скальным, а в других - к полускальным?».

В связи с этим, анализировались многочисленные образцы после испытания на сжатие и растяже-

ние. Результаты показывают, что на уменьшение прочности сильно влияет трещиноватость - в этих образцах прочность падает в 2,0-2,5 раза. Также, уменьшение прочности связано с вторичными минералами: гидроокисью железа, пелитом, хлоритом, эпидотом, серицитом, альбитом, где отмечено уменьшение до 20 %. На увеличение прочности испытываемых образцов влияет наличие карбоната, кварца, рудного минерала. В этих образцах отмечено повышение прочности до 10-15 %. Опыт изучения физико-механических свойств пород многочисленных месторождений показывает, что наряду с трещиноватостью, структурно-тектоническими особенностями, вторичными изменениями пород на прочностные показатели, особенно рассланцованных пород, главную роль играет схема испытания на прочность.

Известно из литературы [7,8], что прочность на разрыв в параллельной сланцеватости в 2,0-2,5 раза меньше, чем в перпендикулярной сланцеватости, а прочность на раскол - наоборот и т.д. Таких испытаний (параллельной и перпендикулярной сланцеватости) в процессе разведки проведено в ограниченном количестве. В связи с этим, нами были отобраны монолиты из карьеров: Мурунтау, Кокпатас, Даугызтау (опытный карьер), каждой разновидности сланцев отбиралось из 30-35 точек. На этих монолитах, кроме исследований комплекса физико-механических свойств, были проведены специальные лабораторные исследования по определению прочностных показателей параллельной, перпендикулярной сланцеватости и в естественном сложении.

Результаты испытания (без учета трещиноватости и вторичных изменений) показывают, что сопротивление сжатию ($\sigma_{сж}$) при испытании перпендикулярно слоистости $\sigma_{сж}=63,4-128,3\text{МПа}$, при параллельно слоистости $\sigma_{сж}=48,6-62,3\text{МПа}$, в естественном сложении (угол залегания пород $50-70^\circ$) $\sigma_{сж}=61,8-83,5\text{МПа}$. По результатам испытаний можно сделать следующие выводы: в сланцевых толщах или породах, имеющих чешуйчатые структуры, сопротивление сжатию, полученное значение при испытании перпендикулярно слоистости имеет самое высокое значение, а при испытании параллельно слоистости - самое низкое, в промежутке находятся испытания, проведенные в естественном сложении (по падению пород).

Из вышесказанного ясно, что в изучаемых объектах физико-механические свойства пород имеют большой разброс данных, которые связаны с рядом факторов: в одних случаях – это зависимость от трещиноватости, в других - от вторичных изменений, в-третьих - от технологии проведения испытаний, в-четвертых - от размера испытываемых образцов и т.д. На них не будем останавливаться, т.к. выявление этих факторов и их оценка является специальным вопросом. Поэтому, здесь, не вникая в

фациальные условия, генетические типы, вещественный состав, структурно-текстурные особенности и др., берется петрографическая разность пород и характеризуются их физико-механические свойства.

Таким образом, оценка физико-механических свойств горных пород рассматриваемых месторождений проводилась методом сопоставления. Для этого, вся информация по физико-механическим свойствам горных пород, по вышеуказанным требованиям (по всем месторождениям, включая их участки) собрана и обобщена в различных вариациях, которые можно охарактеризовать в табличной форме и указать в характерных инженерно-геологических разрезах.

Обоснование достоверности значений физико-механических свойств горных пород осуществлялось методом сопоставления двумя путями: первый – внутри каждого месторождения или его участков; второй – группа аналогичных месторождений. Для всех рассматриваемых рудных месторождений анализ, обобщение физико-механических свойств пород и составление таблиц проведены по первому варианту. Принцип этого варианта заключается в выделении (выборе) основных литологических типов пород. Определяется местонахождение их по площади и по глубине (разрез). По этим литологическим типам, собранная и анализированная информация о физико-механических свойствах пород, сопоставляется сначала по горизонтали, а затем по вертикали. Здесь решаются две задачи: первая – площадное изменение физико-механических свойств пород; вторая – установление тенденции изменения или закономерное изменение свойств горных пород по глубине. Кроме того, устанавливаются причины большого разброса данных.

Если разброс данных связан с трещиноватостью, то породный массив (литологически однотипных пород) разбивается на три зоны (по Нейштату): первая – сильнотрещиноватые, вторая – среднетрещиноватые и третья – слаботрещиноватые (практически массивные) породы. Для каждой зоны устанавливаются значения физико-механических свойств пород, затем выделяются зависящие или не зависящие показатели свойств пород. В частности, удельный вес, угол внутреннего трения не очень зависят от трещины, как другие показатели свойств пород.

Анализ собранных и обработанных информации о физико-механических свойствах горных пород показывает, что самыми изменчивыми характеристиками скальных пород являются временное сопротивление сжатию, растяжению и сила сцепления. Разница между минимальными и максимальными значениями достигает 5-ти кратного размера, иногда даже больше. Это подтверждается составленными таблицами (для каждого месторождения и их участков), экстремальными и средними значениями физико-механических свойств пород. Также, здесь,

установлено, что минимальные значения соответствуют зонам сильнотрещиноватых пород, средние значения физико-механических свойств соответствуют среднетрещиноватым участкам и максимальные значения свойств соответствуют зонам слаботрещиноватых пород.

Далее установлено, что предельные значения литологически однотипных пород, в идентичных зонах трещиноватости, имеют различные свойства. Для подтверждения этого вывода были анализированы основные показатели свойств пород, сильно зависящие от трещиноватости по горизонтно, через определенную глубину (50, 70, 100 м). Результаты показывают, что в литологически однотипных породах, одного и того же горизонта, одинаковых зонах трещиноватости в прочностных показателях предельные значения различны. Это объясняется тем, что породы, претерпевшие вторичное изменение, в одних случаях ослабляются, а в других укрепляются.

Анализ петрографических исследований и их сопоставление с физико-механическими свойствами пород, выполненными при разведке месторождений: Кокпатас, Мютенбай, Косчеке, Джантуар, Гужумсай, Сармич, Биран, Кочбулак, Кызылалмасай и др. показывает, что при наличии в испытываемых образцах гидроокиси железа, пелита, хлорита, эпидота, серицита, альбита отмечено до 20 % уменьшения прочности, а при наличии в образце карбоната, кварца и рудного минерала, отмечено повышение прочности до 10-15 %. В связи с этим, разница предельных значений литологически однотипной породы отнесена за счет вторичных изменений. Следует отметить, что использование таблицы экстремальных и средних значений следует учесть в решаемых задачах. Если вопрос связан с оценкой устойчивости горных выработок, то можно использовать приведенные значения, указанные в таблицах, т.к. при составлении таблиц автоматически учтены факторы, влияющие на изменение физико-механических свойств пород. Если вопрос связан с технологическим характером (выбор камнедробильной установки, схема взрыва и т.д.), то необходимо в нижних пределах использовать повышающий коэффициент 1,15-1,2, так как в рассматриваемых породных массивах, ослабляющих вторичных изменений может не быть, или сначала установить наличие ослабляющих минералов, затем в зависимости от этого определить необходимость использования указанного коэффициента.

Анализ количественных значений физико-механических свойств пород позволил выявить наиболее чувствительные показатели, реагирующие на вторичные изменения и характеристику трещиноватости породного массива. Такими показателями являются: сопротивление одноосному сжатию и растяжению, объемный вес, пористость и водопоглощение. Величина (численных значений) измене-

ния этих показателей свойств пород, каждого литологического типа различна. В частности, у сланцевых толщ самая высокая, а гранитовых и сиенитовых массивах самая низкая.

цевых толщ самая высокая, а гранитовых и сиенитовых массивах самая низкая.

Список литературы:

1. Любимов Н.И., Морозов В.И. Физико-механические свойства горных пород верхней части земной коры (доклад на симпозиуме, состоявшемся 30/XI-4/XII 1964г.). М. Наука. 1968. 333с
2. Вайтекунас К.-А.К., Гамалей Б.М и др. Влияние состава и структурных особенностей метаморфизованных пород на их физико-механические свойства. Труды ВСЕГИНГЕО. Вып.91. 1975.
3. Любимов Н.И., Морозов В.И. Физико-механические свойства рудовмещающих пород. Изд. Недра М. 1973. 120с.
4. Калашников Г.В., Фромм В.В., Виноградов В.В. Информационно-поисковая система сбора, хранения и обработки информации и физико-механических свойств углевмещающих пород. Труды ВСЕГИНГЕО. Вып.91. 1975.
5. Методические указания по определению прочности горных пород на сжатие. Л. ВНИМИ. 1973.
6. Протождьяконов М.М. Обобщенное уравнение сгибающих к предельным кругам напряжений Мора. Сб. Исследования физико-механических свойств горных пород применительно к задачам управления горным давлением. Изд. АН СССР. 1962
7. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология месторождения полезных ископаемых Изд. Недра. 1986.
8. Руппенейт Н.Н. Механические свойства горных пород. Углетехиздат. 1956.

УДК 622

© Бадалов С.Т. 2006г.

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВМЕСТНОГО НАХОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА С МЫШЬЯКОМ В РУДООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМАХ

Бадалов С.Т., профессор Института геологии и геофизики АН РУз, докт. геол.-минер. наук

Несмотря на то, что о совместном нахождении золота с мышьяком известно уже более 1000 лет [1,2], о важнейших причинах этих связей почти ничего не было известно. Так, например, в XIII веке в Германии уже извлекали золото из арсенипиритовых жильных тел [3], а в XVIII веке М.В. Ломоносов писал [4] - "Желтой мышьяк почитают за признак близ лежащего золота".

Поведению золота в природных условиях посвящено огромное количество исследований [3,5-15], в которых освещались различные вопросы связей золота со многими химическими элементами. В данной работе приводятся конкретные сведения о взаимоотношениях золота с мышьяком при синхронном накоплении и их минеральных формах нахождения в условиях осадочно-метаморфогенных процессов, протекавших в древних песчано-сланцевых породах [3,6,10,11,14]. Эта проблема в настоящее время является весьма актуальной в связи с освоением подобных золотосодержащих пирит-арсенипиритовых руд в Центральных Кызылкумах. Хотя, тяготение золота к мышьяку и считается обычным явлением, многие причины и генетические особенности этих связей недостаточно освещены, особенно с минералого-геохимических позиций [7,9,11,14,16].

Золото и мышьяк, особенностью которых является их положение в нечетных вертикальных рядах периодической системы элементов Д.И. Менделее-

ва, а также нечетные величины массовых чисел их атомов, представлены единственными стабильными моноизотопами. Всего известно 20 стабильных моноизотопов в природных системах. Кроме стабильных моноизотопов золото и мышьяк имеют еще многочисленные нестабильные изотопы: у золота их около 30 со временем полураспада (Т) от долей секунды до нескольких дней, а у мышьяка подобных изотопов всего 16. Эти нестабильные изотопы у мышьяка и, особенно, у золота возникают и быстро распадаются, т.к. моноизотопы, в отличие от других разновидностей элементов, легко активируются за счет различных источников (от космических до радиоактивных распадов нестабильных изотопов).

Рассматриваемые элементы располагаются в следующих геохимических триадах: 1) As-Sb-Bi с их кларками, соответственно, (в г/т) - 1,7-0,5-0,009, т.е. мышьяк наиболее распространенный, и его больше сурьмы почти в 3,5 раза, а по отношению к висмуту - почти в 200 раз; 2) Cu-Ag-Au с их кларками, соответственно, 47-0,07-0,004, т.е. золота меньше серебра в 18 раз, а по отношению к меди его меньше почти в 11750 раз. Таким образом, наименее распространенное в триаде золото в природных условиях постоянно тяготеет к наиболее распространенному в своей триаде мышьяку, а не к другим более халькофильным элементам. Характерной особенностью рассматриваемых элементов

является то, что если для мышьяка наиболее характерны валентные состояния As^0 , As^{3+} и As^{5+} , то у золота кроме подобных форм (Au^0 , Au^{3+} , Au^{5+}) известны еще Au^{1+} и Au^{2+} . При этом, в зависимости от той или иной формы нахождения, у них проявляются характерные особенности. Так, например, As^{3+} более токсичен как канцероген, чем As^{5+} , что нередко приводит к серьезным заболеваниям. Известно, что мышьяка больше чем золота почти в 425 раз, но, несмотря на это, и на очень частое их совместное нахождение, особенно в условиях их концентраций, в природных системах пока не обнаружены их устойчивые совместные минеральные формы. Даже при содержании золота более 3000 г/т в таких мышьяковых минералах как арсенопирит и блеклые руды, минералы золота, кроме самородных, в них не установлены. Данное явление может объясняться тем, что хотя соединения золота с мышьяком могут возникать и существовать, однако они столь неустойчивы, что даже при незначительных изменениях первоначальных условий их возникновения, происходит их спонтанный распад на составляющие компоненты. Так, например, наиболее вероятными формами нахождения золота в арсенопирите и пирите являются, соответственно, изоструктурные соединения $AuAsS$, $FeAuS$ и AuS_2 .

Специально проведенными экспериментами установлены наиболее возможные, хотя и весьма неустойчивые соединения золота в природных системах [11]. Ими оказались $Au(AsS_4)^-$; $Au(AsS_3)^{2-}$; $Au(AsS_2)^0$, а также наиболее нестабильный $AuAsS_3$. Детальными исследованиями [11,14,17] было доказано, что золото в арсенопирите, особенно при наивысших его содержаниях (до 5000 г/т), находится в форме Au^{3+} и естественно замещает в нем As^{3+} , что подтверждается и по спектрам Мессбауэра [15]. Путем растворения идеально-ограниченных кристалликов арсенопирита из Бакырчика (Казахстан) установлено [17], что в последней четвертой стадии растворения, соответствующей центральным участкам кристаллов, максимальное содержание золота составляет около 400 г/т, тогда как в первой стадии растворения, соответствующей поверхностным граням кристаллов, всего 60 г/т. Таким образом, от периферии кристаллов арсенопирита к их центральным частям содержание золота резко увеличивается почти в 6-7 раз. Следует отметить, что генетическим аналогом месторождения Бакырчик в Узбекистане является месторождение Кокпатас, в котором золото также, в основном, приурочено к его главнейшим рудным минералам - пириту и арсенопириту.

Следует отметить, что не в каждом случае золото тяготеет к мышьяку, а только в строго определенных, обычно наиболее восстановительных, условиях природных систем [6,10]. Одной из причин совместного нахождения этих элементов в различных минералах является температурный фактор.

В пирит-арсенопиритовых месторождениях Кокпатас (Центр. Кызылкумы) и Бакырчик (Казахстан) золото концентрируется в ранних генерациях этих минералов в момент их первоначального зарождения и роста, тогда как в их переотложенных генерациях золото практически отсутствует. Характерно, что в синхронной паре минералов пирит-арсенопирит, в которой пирит обычно резко преобладает над арсенопиритом в среднем почти в 4-6 раз, повышенное содержание золота в арсенопирите обусловлено в значительной степени высоким содержанием в нем мышьяка. В общем балансе, золота в подобных рудах приходится примерно поровну на оба эти минерала, при условии, что в пирите его обычно до 200 г/т, а в арсенопирите до 1000 г/т. В идеально ограниченных кристаллах пирита и арсенопирита с их размерами не более 2-5 мм золото в наивысшей концентрации находится в центральных их частях, т.е. золото в кристаллах пирита и арсенопирита образовалось во время их синхронного зарождения и начального роста. Если учитывать еще особую геохимическую роль мышьяка в арсенопирите, а серы - в пирите, то получается, что золото почти в 50 раз более интенсивно тяготеет к мышьяку в арсенопирите, чем серебро, и наоборот, серебро, как более халькофильный элемент в 50 раз более сконцентрирован в пирите в связи с серой, чем золото. Следует особо отметить, что даже при наивысших содержаниях золота в арсенопирите (до 5000 и более г/т) устойчивые минеральные формы связей между золотом и мышьяком пока не обнаружены [8-10].

Вполне вероятно, что после образования этих минералов-концентраторов золота со временем, в связи с очень слабой устойчивостью соединений золота с мышьяком, они, особенно при резких изменениях первоначальных условий концентрации, спонтанно распадались с сохранением *in situ* самого золота, что нередко наблюдается при изучении полированных шлифов. Вполне очевидно, что даже в процессе подготовки проб с этими минералами к их исследованию, особенно, микроскопическому, золото будет освобождаться от связей с мышьяком и переходить в иные, особенно нейтральные, формы нахождения. Естественно, что особое значение имеет учет геологического возраста пород от времени изначальной концентрации в них золота, глубин становления, а также учет всех последующих процессов изменений этих пород от момента образования до современных условий их нахождения. Последний фактор является наиболее сложным для интерпретации, т.к. за сотни миллионов, а нередко и миллиардов лет, происходило бесчисленное количество различных процессов и явлений, которые могли, в той или иной мере, отразиться на состоянии и форме нахождения таких слабо устойчивых связей, как связь золота с мышьяком.

яком.

В рассматриваемой проблеме наиболее сложными и наименее изученными оказались вопросы, связанные с изначальными формами нахождения рудообразующих и редких элементов, образующих в разнообразных природных системах различные сочетания. Одним из таких вопросов является химизм золота и мышьяка, т.е. учет в природных системах всех известных и возможных валентностей этих элементов. Наличие 4-5 и более валентностей у рассматриваемых элементов с наиболее оптимальными сочетаниями некоторых из них приводит к возникновению локальных концентраций как обособленных, так и более сложных по нахождению.

Не менее важной для геохимии золота является также его теснейшая связь с биоорганическим веществом, что способствовало образованию уникальных и крупнейших по масштабам месторождений во всем мире. Необходимо при этом учитывать, что совместное нахождение биоорганического вещества с мышьяком при наличии золота в природной системе (моря и океаны) приводит к их совместному осаждению с образованием локальных концентраций. Очевидно также, что при подобном способе возникновения концентраций золота следует ожидать наличие определенной зональности в образовании концентраций рудообразующих элементов от шельфовой зоны вглубь морского бассейна, т.е. хлоридное серебро вблизи береговой полосы, далее отложение серебра с золотом, и, наконец, обособленные концентрации золота. Эта схема возможных причин образования зональности в осадочно-метаморфогенных концентрациях золота с другими рудообразующими элементами должна в каждом подобном регионе учитываться с целью возможного предсказания ожидаемых новых концентраций.

О геохимических свойствах, как отдельных химических элементов, так и особенно их парагенных сочетаний с другими элементами, можно судить только после рассмотрения этой проблемы в условиях главнейших природных систем: сидерофильной, халькофильной, литофильной, гидрофильной, биофильной, нейтральной, галогенофильной и атмофильной.

В каждой из приведенных природных систем связи между золотом и мышьяком следует рассматривать с позиций степени проявления каждым из них конкретного геохимического свойства. Из приведенных природных систем для золота и мышьяка наиболее интересны халькофильная, литофильная, биофильная и нейтральная. [6]

В халькофильных условиях и золото, и мышьяк проявляют соответствующее свойство так интенсивно, что находятся в концентрациях совместно, хотя минеральные формы у них различные - от наиболее устойчивых для мышьяка к наименее

обособленным и устойчивым для золота.

В литофильных системах золото наиболее устойчиво в самородном состоянии, тогда как мышьяк в форме кислородных соединений.

В биофильных условиях золото концентрируется в своих биоорганических формах, тогда как наличие мышьяка приводит к резкому ослаблению жизнедеятельности живого вещества, что в значительной степени способствует его осаждению вместе с содержащимся в органике золотом.

Нейтральная система особенно характерна для золота, которое в ней представлено в своей наиболее устойчивой самородной форме, тогда как мышьяк в этой форме в природных условиях встречается крайне редко.

Из разнообразных по генезису и масштабности природных концентраций многих элементов наиболее значимой во всем мире оказалась "черносланцевая" формация, представленная осадочно-метаморфогенными месторождениями различного состава от свинцово-цинковых до золото-урановых. К ней относятся такие уникальные и крупнейшие месторождения и рудные регионы как Калбинская и Колымская провинции в РФ; Бакырчик в Казахстане; Кумтор в Киргизии; Кокпатас и Даугызтау в РУз; Витватерсранд в ЮАР и многие другие. Геохимической особенностью почти всех подобных концентраций золота является то, что оно, как правило, сопровождается в них синхронным мышьяком. Кроме собственных обособленных концентраций самородного золота, все остальные его концентрации возникали при активнейшем участии в основном мышьяка, реже сурьмы, серы, селена и теллура. Даже при участии в процессах образования концентраций золота "эндогенного" фактора, при котором золото якобы привносится извне в готовом виде, роль и значение вмещающих и подстилающих пород в качестве одного из важнейших его источников следует особо учитывать, т.к., как правило, подобные, обычно кварц-золото-содержащие метасоматиты и жильные тела, возникают в породах, потенциально обогащенных золотом, что особенно характерно для многих золото-рудных месторождений находящихся в пределах регионов с породами "черносланцевой" формации.

Следует оговорить, что в данной работе не рассмотрены вопросы, связанные с экспериментальной минералогией, т.е. искусственным получением минералов в лабораторных условиях. Это обусловлено тем, что любой эксперимент не может воссоздать по многим параметрам (масштабы, химизм, температуры и многие другие) естественные процессы, особенно рудообразующие, и поэтому использование его для целей интерпретации природных явлений не может считаться вполне адекватным. Эксперимент необходим только для получения самих минералов в конкретных, заранее заданных условиях, тогда как в природе все происходит совершен-

но по другим законам.

Таким образом, тяготение золота к мышьяку в природных системах особенно наглядно проявляется только в условиях резко выраженной халькофильности и биофильности, когда оба эти элемента, обладая и располагая почти в равной степени своими характерными для этих систем, способны находиться совместно нередко даже в минеральных формах.

Это относится, главным образом, к образованию первично-обогащенных биоорганическим веществом силикатных пород, которые позже за счет различных изменений были превращены в толщи осадочно-метаморфогенных пород значительной мощности (до 3-5 и более км.), относимые к "черносланцевым" формациям мира. Несомненно также, что в каждом конкретном случае при изучении подобных пород в них могут выявляться некоторые геохимические особенности. Это касается возможных масштабов образования концентраций золота, сохранности его первичных форм нахождения, их изменений вплоть до настоящего времени и других причин. Естественно полагать, что почти постоянное совместное нахождение золота с мышьяком не случайно и является одним из критериев очень тесных геохимических связей вплоть до образования единых минеральных форм нахождения, таких как минерал-концентратор арсенопирит.

Из всех известных, тесно взаимосвязанных триад химических элементов, наиболее активными и характерными являются только три: Cu-Ag-Au; As-Sb-Bi и S-Se-Te. По своей геохимической значимости мышьяк является аналогом серы и поэтому именно с этими двумя элементами связано возникновение и устойчивое существование

огромного количества известных минеральных форм. Несмотря на это, у золота важнейшие минеральные формы связаны не с ними, а с селеном, теллуром, сурьмой и висмутом, хотя по количественному распределению серы с мышьяком более 472 г/т (из них 470 представлено серой), а суммы сурьмы с висмутом и селена с теллуром всего 0,56 г/т (золота - 0,004 г/т). Самое удивительное в геохимической истории многих, очень редких по их кларку элементов, заключается в том, что чем менее распространены элементы, особенно из числа рудообразующих и редких, тем более масштабные концентрации они образуют в разнообразных природных системах. Это особенно относится к золоту, мышьяку, теллуру и селену.

Создание золотом своих концентраций после образования пирита и арсенопирита является лишь частным случаем, т.к. очень часто золото синхронно отлагалось совместно с кристаллизацией пирита и, особенно, арсенопирита от их зарождения и до завершения кристаллизации. Естественно, что часть золота в результате процессов преобразований в последующее время могла высвободиться от этих связей с мышьяком с образованием пострудных золотосодержащих кварцево-жильных тел. Это особенно характерно для крупномасштабных рудообразующих систем, в которых процессы концентраций многих рудных и редких элементов могли протекать не одноактно, а многократно, о чем свидетельствует активная деятельность многих длительно существующих эпицентров землетрясений, явившихся очагами образования возможных концентраций многих ценных элементов, т.е. месторождений.

Список литературы:

1. Аль-Фараби. *Естественно-научные трактаты*. Алма-Ата, Наука, 1987, 496с.
2. Аристотель. *Сочинения*, т.1, М., Мысль, 1975, 550с.
3. Линдгерен В. *Месторождения золота и платины*. Цветметиздат, М.-Л., 1932, 180с.
4. Ломоносов М.В. *О слоях земных*. Госгеолгиздат, М.-Л., 1949, 211с.
5. Бадалов С.Т. *Минералого-геохимические проблемы изоморфизма*. Узб. геол. журнал, 1989, № 5, с. 68-71.
6. Бадалов С.Т. *Элементы, синхронные золоту и серебру в процессах и концентрациях в природных системах*. Узб. геол. журн., № 3, 1998, с. 76-78.
7. Звягинцев О.Е. *Геохимия золота*. Изд-во АН СССР, М.-Л., 1941, 114с.
8. Малышев В.М., Румянцев Д.В. *Золото*. "Металлургия", М., 1979, 288с.
9. Нарсеев В.А. *Очерк современной геохимии золота*. М., 2000, 32с.
10. Нарсеев В.А. и др. *Бакырчик*. М., 2001, 174с.
11. Некрасов И.Я. *Геохимия, минералогия и генезис золоторудных месторождений*. М., Наука, 1991, 304с.
12. *Популярная библиотека химических элементов*. "Наука", кн.2, М., 1977, 520с.
13. Потемкин С.В. *Благородный 79-й*. М., "Недра", 1988, 176с.
14. Хамрабаев И.Х. *Петролого-геохимические критерии рудоносности магматических комплексов*. Ташкент, "Фан", 1969, 206с.
15. Johan Zdenek, Morsoix Eric. *Золотосодержащий арсенопирит; природа изоморфных замещений в структуре FeAsS*. CR.Acad. Sci., Ser.2. 1980, с. 185-191.
16. Кист А.А. *Феноменология биогеохимии и бионеорганической химии*. "Фан", Ташкент, 1987, 236с.
17. Гаврилов А.М. *О сингенетичном с сульфидами характере тонкодисперсного золота на золоторудном месторождении Бакырчик*. Тр. ЦНИГРИ, в.96, ч.1, М., 1971.

ГЕОЛОГИК МУҲИТНИНГ ТЕХНОГЕН ЎЗГАРИШНИ МУҲАНДИСЛИК-ГЕОЛОГИК ТАДҚИҚОТИ БОСҚИЧЛАРИ ТЎҒРИСИДА

Эргашев Й., Нефть ва газ конлари геологияси ва разведкаси институти бош илмий ходими г.м.ф.д., профессор; Исаматов Ю.П., НДКИ Олмалик кон-металлургия факультети "Кончилик ишлари ва кон электромеханикаси" кафедраси доценти г.м.ф.н.

Инсоннинг табиатга кўрсатаётган муҳандислик фаолияти таъсирида катта ўзгаришлар содир бўлмоқда, чунончи: табиий ландшафт (ер сатхининг кўриниши) тубдан ўзгармоқда, маданий ландшафт шаклланимоқда, узоқ йиллар давомида таркиб топган табиий шароитлар техноген таъсири натижасида бутунлай ўзгариб кетмоқда. Бундай ўзгаришларга: атмосферани, ўсимлик дунёсини, тоғ-жинсларини гидрографик тармоқларни, рельефни, гидрогеологик ва муҳандислик-геологик шароитларни, мавжуд физик-геологик жараён ва ходисаларни, грунтларнинг ўзгаришини ва бошқаларни киритиш мумкин.

Маълумки, кўпгина маҳаллий муҳандислик-геологик ходисалар бир-бирига боғлиқ ҳолда содир бўлади. Масалан, жинсларнинг зичлашиши ҳисобига ер юзасини чўкиши; ер остидан сув чиқариб олинишидан депрессия воронкасини юзага келиши ва аэрация зонаси қалинлиги ошиши, сувли жинсларнинг намини қочиши-қуриши гидростатик босимни пасайиши ва бошқалар, тупроқ, тоғ жинси, ер устки ва остки сувларининг табиий иссиқлик режимини ўзгаришидан юзага келади геотермик ходисалар (грунтлардаги ва айрим жойлардаги ер ости сувлари температурасини ошиши, мавсумий музлайдиган грунтлар қалинлигини камайиши, термокарст термочўкувчанлик ва б.) нинг ривожланиши йирик шаҳарларда (Тошкент, Самарқанд, Навоий, Зарафшон, Қарши, Бухоро, Хива, Навоий, Олмалик, Чирчиқ, Андижон ва б.) ҳамда тоғ-кон ишлаб чиқариш майдонларида кузатилмоқда.

Геологик муҳитда юзага келади бундай ўзгаришларнинг муҳандислик-геологик нуқтаи назардан ўрганиш ва баҳолаш жуда муҳим муаммолардан бири ҳисобланади ва у ўзига хос хусусиятларга эга. Лекин, шунга қарамай бу муаммони ўрганиш, таҳлил қилиш усуллари ва методикаси мавжуд адабиёт ва қўлланмаларда етарли даражада ёритилмаган. Тадқиқотлар асосан бир босқичда бажарилиб олинган натижалар умумлаштириб берилган, аввал ўтказилган аънанавий муҳандислик-геологик ва гидрогеологик изланишлар турли мақсадлар учун бажарилганлиги сабабли тўпланган далилий маълумотлар фақат шаҳар қурилиши масалаларни ечишга йўналтирилган ва пировард натижада геологик

муҳитни шу кундаги ҳолати баҳоланган. Тўпланган маълумотлар таҳлили асосида бир қатор муҳандислик-геологик ва гидрогеологик хариталар мажмуаси – муҳитнинг картографик модели тузилган. Уларга муҳандислик-геологик ва гидрогеологик шароитлар харитаси, муҳандислик-геологик районлаштириш харитаси ва кейинги вақтларда тузилаётган геологик муҳитнинг техноген таъсир натижасида ўзгариш харитаси мисол бўла олади. Бундай хариталар ёрдамида геологик муҳитда юзага келаётган ўзгаришларнинг фақат бир компонентини ёки бир геологик жараённи (масалан, шаҳар ва кон лахмлари худудининг сув босишини, ер ости сувлари сатхининг кўтарилишини, ер юзасининг шўр босиши ва б.) баҳолаш мумкин бўлади (1).

Бундай ўзгаришлар ва улар таъсирида юзага келаётган геологик жараён ва кончилик ходисалар қурилиш, ободончилик, иморат ва кончилик иншоотлардан фойдаланиш шароитларини ўзгартирибгина қолмасдан, сезиларли зарар етказмоқда. Бундай ҳолларда, геологик муҳит ҳолатини баҳолаш, келажакда бўладиган ўзгаришларни башоратлаш, атроф муҳитни муҳофаза қилиш ва ундан самарали фойдаланиш, шаҳар худудида юзага келади хавfli муҳандислик-геологик жараёнларни бартараф этиш тадбирларини ишлаб чиқиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади (2). Ҳозирги вақтда геологик муҳитда бўладиган бундай ўзгаришларни тадқиқоти даврий бўлмасдан, уларни ўрганиш фақат зарур келгандагина бажарилади. Шунга кўра, бажариладиган муҳандислик-геологик тадқиқотнинг мазмуни ва мақсади табиий ва техноген компонентларни ўзаро таъсирдан атроф-муҳитда юзага келган нохуш ҳолатни (масалан, ер ости сувлари сатхини кўтарилиши, тоғ жинсларида дарзларни кўпайиши, чўкиш, суффозия, карст ва бошқалар. жараёнларни ривожланишини) ўрганиш ва бартараф этишга қаратилади. Геологик муҳитда бўладиган ўзгаришларни бундай усулда ўрганиш ва хариталаш иқтисодий нуқтаи назардан энг яхши ва қулай усуллардан ҳисобланмайди ва хўжалик тармоқларининг ривожланиш суръатига салбий таъсир кўрсатади.

Шу сабабли, айрим худудларда юзага келиши

мумкин бўлган муҳандислик-геологик жараён ва ходисаларнинг моҳиятини, ўлчами ва шаклини олдиндан билиш, таҳлил қилиш ва баҳолаш муҳим йўналишлардан бири ҳисобланади ва ноанъанавий муҳандислик-геологик татқиқотлардан тубдан фарқ қилади (2). Маълумотларни тўплаш, қайта ишлаш ва таҳлил қилиш жараёни икки: 1) ташхис қўйиш ва 2) башоратлаш босқичларидан иборат. Ҳар бир босқичда бажариладиган муҳандислик-геологик ва тидрогеологик тадқиқотлар ўзига хос хусусиятга эга бўлиб уларнинг мазмуни ва изчиллиги геологик муҳитдаги ўзгаришларни аниқлаш ва башоратлашга йўналтирилади. Ҳар бир босқичда бажарилган изланишлар натижасида олинган далиллар геологик муҳит тўғрисида аниқ ва тўлиқ маълумот бериши ҳамда ҳудуднинг картографик моделини тузиш имкониятини бериши лозим.

Картографик модель ёрдамида ҳудуднинг 1 шаҳар, кон майдони ва бошқа муҳандислик-геологик шароитлари тўғрисида тўлиқ маълумотга эга бўлинади. Тўпланган маълумотлар ва тузилган хариталар мазмуни ҳар бир босқичда бажариладиган изланишлар талабига жавоб бериши ва мос келиши зарур. Шунга кўра, тузилган хариталар икки гуруҳга бўлинади. Биринчи гуруҳга геологик муҳитнинг ўзгармасдан олдинги ҳолати учун тузилган хариталари киради. Биринчи гуруҳга кирувчи хариталарни тузиш методикаси ва усуллари меъёрий ва методик ҳужжатларда (1,2) ўз асосини топган, уларга кўра картографик модель уч асосий кўринишда тузилади.

Биринчи кўринишдаги хариталарга геологик муҳит компонентлари (тоғ жинслари, ер ости сувлари ва б.) нинг маълум бир вақтда (кун, ой, мавсум) ҳолатини акс эттирувчи хариталар киради. Бундай хариталар деб аталади. Уларга анъанавий геологик усуллар билан тузиладиган: тоғ жинсларининг стратиграфик - генетик комплекслар харитаси, тоғ-жинсларининг фильтрация хусусиятлари хариталари, грунтларнинг гранулометрик таркиби харитаси, тоғ-жинсларининг табиий намлик, зичлиги, ғоваклик коэффициенти, сиқилиши ва х.к. хариталари киради.

Иккинчи кўринишдаги хариталарга инсонни муҳандислик хўжалик фаолияти таъсирида геологик муҳитда ўзгаришлар содир этиш мумкин бўлган омиллар хариталари мисол бўла олади. Уларга: статик ва динамик кучлар таъсири харитаси, ер остида бажариладиган муҳандислик ишлар таъсирида юзага келадиган ходисалар (чўкиш, ағдарилалик, суффузия, кўпчиш, кўчки, тўқилма, ағдарилалик, ботқоқланиш ва б.) харитаси ҳамда иншоотлар замини деформация хариталарини киритиш мумкин.

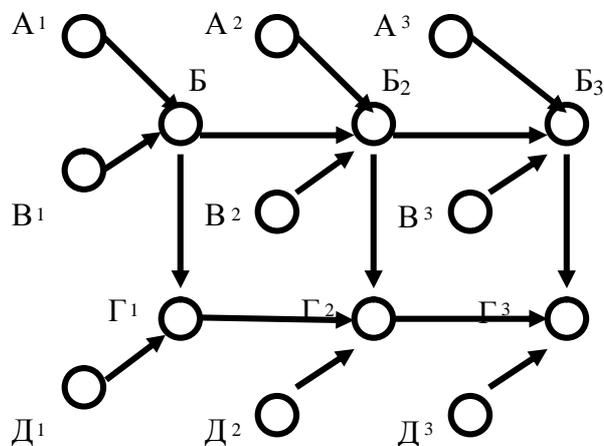
Учинчи кўринишдаги хариталарга геологик муҳитнинг ўзгарганлик харитаси ҳамда вужудга келиши ва ривожланиши мумкин бўлган

ўзгаришларни башоратлаш хариталари мансуб. Геологик муҳитни инсоннинг муҳандислик-хўжалик фаолияти таъсирида ўзгаришини хариталаш ва ўз навбатида башорат хариталарини тузиш энг муҳим масалалардан бири ҳисобланади. Муҳандислик-геологик башоратлаш учун энг аввало инсонни геологик муҳитга кўрсатадиган таъсир характерини ўрганиш, қурилиш, қазилар ишлари тажрибаси ва ҳудудни ўзгартирилганлик даражаси маълумотларини тўплаш ва тартибга солиш ҳамда ҳудуднинг геологик шароитига боғлиқ ҳолда муҳандислик-геологик жараёнларнинг ривожланишини баҳолаш зарур бўлади. Бу мақсадда қуйидаги башоратлаш хариталари тузилади: грунт сувлари сатҳини кўтарилиши; жинсларнинг чўкувчанлиги; сув омборлари қирғоқларини емирилиши; Кон лахмлари деворларини кураши ва ер ости сувлари сатҳини кўтарилиши ва х.к.

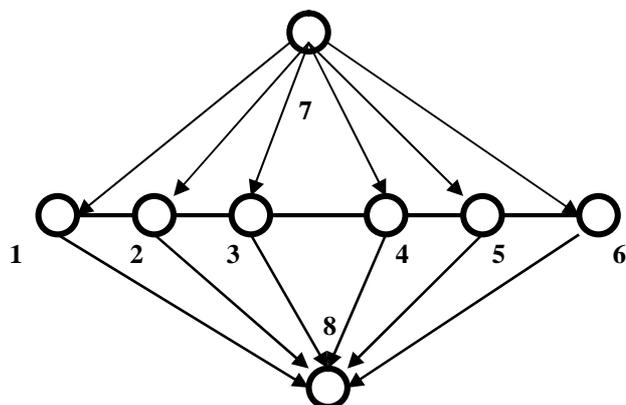
Геологик муҳитнинг ўзгарганлик харитаси ҳудуднинг гидрогеологик ва муҳандислик-геологик шароитини инсоннинг муҳандислик-хўжалик фаолияти таъсиридан қанчалик ўзгарганлигини баҳолаш учун тузилади. Шунингдек, бу харитада техноген омиллар билан геологик муҳитнинг ўзаро таъсири ва унинг натижасида табиий шароитда юзага келган ўзгаришлар қайд қилинади. Юзага келган ўзгаришлар кўлами миқдор ва сифат жиҳатдан баҳоланади (4). Харитада гидрогеологик ва муҳандислик-геологик шароитларнинг таркибий қисмларининг ҳолати, хусусияти ва йўналишларини регионал миқёсда ўзгариши ўз ифодасини топади. Бундай хариталар геологик муҳитни вақт ва маконда ўзгариш имкониятларини башоратлашга асос бўлиб хизмат қилади. муҳандислик-геологик башоратлаш-геологик муҳит(тоғ жинслари, ер ости сувлари, геологик жараён ва ходисалар)нинг вақт ва маконда ўзгариш характери ва динамикасини олдиндан билиш – “каронат” қилиш маъносини билдиради.

Ўрганилаётган ҳудудда юзага келадиган ўзгаришлар тўғрисидаги маълумотлар муҳандислик-геологик съёмка ўтказиб аниқланади, зарурий хариталар тузилади ва уларга асосланиб табиатни муҳофаза қилиш тадбирлари ишлаб чиқилади (2). Бундай тадбирлар харитада қайд қилинади. Олинаётган бундай маълумотларни қайд қилиш ва қайта ишлаш, улар асосида хўжалик тармоқлари ривожланишини режалаш ва табиатни муҳофаза қилиш тадбирларини ишлаб чиқиш пировард натижада геологик муҳит ўзгаришини оқилони босқариш имкониятини беради (1,2-расмлар). Демак, ҳудуднинг бошланғич муҳандислик-геологик ва гидрогеологик шароитлари тўғрисидаги маълумотларни умумлаштириш ва ундан сўнг муҳитнинг асосий картографик моделини тузиш орқали ҳудудда янгидан юзага келадиган ўзгаришларни махсус

тадқиқотлар ўтказмасдан қайд қилиш ва аниқлаш мумкин бўлади (б).



1-расм. Картографик моделлар тузиш асосида тўпланган маълумотларни қайта ишлаш схемаси: A_1, A_2, A_3 -геологик муҳит компонентлари ҳолати хариталари; B_1, B_2, B_3 - геологик муҳит компонентларининг ўзгарганлик хариталари; B_1, B_2, B_3 - геологик муҳит компонентларига бўладиган техноген таъсир хариталари; G_1, G_2, G_3 - геологик муҳитда юзага келадиган ўзгаришларни баҳолаш хариталари; D_1, D_2, D_3 -геологик муҳитнинг ўзгарганлик хариталари;



2-расм. Геологик муҳит ўзгаришининг мантиқий схемаси: 1-рельефнинг ўзгариши; 2-жинсларнинг ётишини ўзгариши; 3-техноген ётқиқикларнинг тўпланиши; 4-гидрогеологик шароитни ўзгариши; 5-жинсларнинг таркибини, ҳолатини ва хусусиятини ўзгариши; 6- муҳандислик-геологик жараён ва ходисаларни ривожланиши; 7-техноген таъсир; 8-ҳудудда содир бўлган ўзгаришлар оқибати.

Расмларда ифодаланган схемалардан ҳудуднинг геологик муҳитининг тадқиқоти мазмунини, изчиллигини, ўзига хос хусусиятларини

муҳандислик изланишлардан, геологик ва бошқа турдаги съёмкалардан ҳамда фойдали қазилма конларини разведка қилиш ишларидан асосий фарқларини билиш мумкин. тадқиқотларни ўзига хос хусусиятларига қуйидагиларни киритиш мумкин: а) кўп сонли, турли кўринишдаги маълумотларни умумлаштириш, даставвал башорат аҳамиятига молик техноген ва табиий ўзгаришларни, сўнг геологик муҳит ўзгаришлари оқибатини аниқлаш; б) бажарилаётган иш мақсадига бевосита тааллуқли бўлган изланишлар маълумотларини чекланганлиги ва шунга кўра билвосита изланишлар далилларидан кўпроқ фойдаланиш; в) геологик муҳитнинг ўзгарган ҳолатини чуқур ўрганиш ва бу мақсад аввал бажарилган геологик, гидрогеологик ва муҳандислик-геологик тадқиқотлар натижаларини таҳлил қилиб олинган янги маълумотлар билан уларни солиштириш; г) зарурий маълумотлар манбаини олдиндан белгилаш имкониятини чекланганлиги; д) тадқиқотлар ҳажмига мос ва зарур бўлган далилий маълумотларни изланишлар босқичига мослаб тўплаш, умумлаштириш ва таҳлил қилишни қийинлиги; е) геологик муҳитнинг ўзгарганлигини баҳолаш мезонлари ва стандартларини мавжуд эмаслиги; ж) олинган маълумотларни анъанавий геологик усуллар билан таҳлил қилиш имкониятини йўқлиги, башоратлаш моделини танлаш ва усулларини ишлаб чиқишни зарурлиги; з) геологик муҳитдаги ўзгаришларнинг ривожланиши хўжалик тармоқлари ҳолатига таъсирини олинган янги маълумотлар асосида башоратлаш лозимлиги ва х.к.

Геологик муҳитда содир бўладиган бундай ўзгаришларни аниқлаш ва баҳолаш учун бажариладиган тадқиқотлар ўзига хос хусусиятларга эга бўлганлиги сабабли тадқиқот ишлари уч босқичда олиб борилади (2): 1-босқич – аввал ўтказилган тадқиқотлар маълумотларини умумлаштириш ва баҳолаш; 2-босқич – геологик муҳитни башоратлашдан аввалги ҳолатини ифодаладиган хариталар мажмуасини тузиш; 3-босқич – функционал ёки ҳудудий ёндашишлар асосида геологик муҳит учун муҳандислик - геологик башоратлаш модели тизимини ишлаб чиқиш ва асослаш.

Учинчи босқичдаги тадқиқотлар бажарилганидан сўнг геологик муҳит ўзгаришини жорий башоратлаш даври бошланади, бунда олинган маълумотлар ҳажми архив манбаларидан ҳамда режим қузатувларидан тўпланган далиллар билан бойитилади. Натижада геологик муҳит ўзгаришини башоратлаш тизими янада такомиллаштирилади, яъни геологик муҳит ўзгаришларини ўрганиш, аниқлаш, баҳолаш ва башоратлаш имконияти туғилади, бу мақсадда муҳандислик изланишларни энг самарали усуллари ишлаб чиқилади ва ундан фойдаланилади.

Худуди геологик мухитнинг ўзгарганлигини илмий асосда ифодалаш ва башоратлаш ишлари махсус ишлаб чиқариш ёки илмий-ишлаб чиқариш ташкилотлари томонидан бажарилиши яхши самара беради. Бундай ташкилотлар у ёки бу ҳудудда башоратлаш ишларини бажариш ҳуқуқига ҳамда геологик мухит ўзгаришини худудий кузатиш тармоғига эга бўлиши даркор.

Демак, худуд геологик мухитининг ўзгаришини муҳандислик- геологик нуқтайи назардан тадқиқот қилиш усуллари, мазмуни ва изчиллиги тадқиқотчи мутахасисларнинг малакасига, фойдаланиладиган техник воситаларга ҳамда ташкилот ҳодимларининг методик қўлланма, дастур ва йўриқномалар билан таъминланганлигига боғлиқ.

Адабиётлар рўйхати

1. Голодковская Г.А., Зеегофер Ю.О. и др. Вопросы и методика комплексного картирования изменений геологической среды. – В сб.: Новые типы карт. Методы их создания. М.: Изд-во МГУ, 1983, С.39-48.
2. Иргашев Ю. Инженерно-геологические основы рационального использования и охраны геологической среды. Автореф. дисс. на соиск. учен. степени докт. геол.-мин. наук, Ташкент, 1994, -46 с.
3. Котлов Ф.В., Снобкова А.И. Методика составления крупномасштабных карт изменения и охраны геологической среды городов. -Тр. XXVII Междунар. геол. конгресса. Тез., т. VIII, Секц. 17-22. М.: Наука, 1984<с. 74-75.
4. Исаматов Ю.П., Прохоренко Г.А., Насриддинов И.Б., Нороев Ю.Ж., особенности техногенного влияния на геологическую среду при открытой разработке месторождения тез. докл. нт конференции Алмалык -2002

УДК 622

© Ахмедов Н.А., Исаходжаев Б.А., Попов Е.Л. 2006 г.

ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ ПРЕДПРИЯТИЙ УЗБЕКИСТАНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

Ахмедов Н.А., председатель Госкомгеологии РУз, канд. геол.-минер. наук; **Исаходжаев Б.А.**, директор ИМР, доктор геол.-минер. наук; **Попов Е.Л.**, зав. отделом ТПМС ИМР, канд. техн. наук

Современный этап углубления экономических реформ требует коренных структурных сдвигов и перевода экономики на путь интенсивного развития. В комплекс актуальных задач по удовлетворению потребностей развивающихся отраслей народного хозяйства значительное место отводится внедрению механизма, нацеленного на рациональное использование минеральных ресурсов. Экстенсивный путь развития добычи полезных ископаемых, выражающийся в вовлечении все новых и новых месторождений в процесс эксплуатации, не приемлем в современных условиях. Такой подход приводит к истощению многих месторождений полезных ископаемых, к необходимости использования объектов с более низким качеством сырья, со сложными горнотехническими условиями добычи и т.д. Из-за снижения содержания полезных компонентов в сырье для получения того же количества продукции приходится перерабатывать больше горной массы, увеличивается доля труднообогатимых руд, что ведет к росту материальных, трудовых и финансовых затрат на производство конечного товара. Все это требует интенсификации исследований, поиска, подходов к решению проблемы рационального освоения минеральных ресурсов.

В 1997 г. в книге «Узбекистан на пороге XXI века: угрозы безопасности, условия и гарантии прогресса» Президент Республики Узбекистан И.А. Каримов указал на огромное значение мине-

рально-сырьевого потенциала наших недр в развитии экономики и необходимость их рационального освоения. Данный тезис нашел свое развитие в 2002 г. на сессии Олий Мажлиса, где Президент подчеркнул необходимость максимально полного извлечения попутных компонентов с целью эффективного использования богатств недр на благо сегодняшнего и будущего поколений нашего народа.

Перенос центра тяжести с наращивания производства минерального сырья на резкое улучшение его использования невозможен без вовлечения в производство техногенных отходов. Решение проблемы возможно, в первую очередь, путем внедрения в производство новых научных разработок и технологических решений. Справедливости ради, необходимо подчеркнуть, что в технологических центрах предприятий – крупнейших Навоийском и Алмалыкском горно-металлургических комбинатах Республики – предпринимаются серьезные усилия, направленные на совершенствование технологий обогащения и переработки руд профилирующих полезных ископаемых, комплексности освоения извлекаемого из недр сырья; ведутся активные работы по внедрению малоотходных современных технологий. Созданные в республике СП с участием иностранных компаний «Зарафшан-Ньюмонт», «Амантайтау-Голдфилз» и др. во многом нацелены на переработку хвостов и техногенных отвалов дей-

Таблица 1
Техногенные отходы горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий

Источник образования отходов		Вид отходов
Горно-эксплуатационные работы		Забалансовые руды
		Балансовые окисленные руды
		Забалансовые окисленные руды
		Балансовые смешанные руды
		Забалансовые смешанные руды
		Перемещенные промышленные руды
		Вскрышные породы
		Горные породы, образующиеся при горноподготовительных и горнопроходческих работах
		Некондиционные блоки
Переработка	Обогатительная	Отходы дробильно-сортировочного цикла
		Хвосты обогатительных фабрик
		Неочищенные сточные воды и продукты их очистки
	Металлургическая	Шлаки
		Кеки
		Огарки
	Обрабатывающая	Шламы
		Некондиционные куски плит
	Топливо-энергетическая	Золошлаки
		Зола-унос
		Фосфогипс
	Химическая	Отходы капролактамового производства
		Кремнегель

ствующих добывающих предприятий с внедрением современных экологически менее уязвимых технологий. Как свидетельствует опыт зарубежных предприятий, в том числе и в ряде стран СНГ, достигнутое – не предел.

Имеются значительные резервы в совершенствовании и налаживании комплексных и безотходных технологий переработки не только коренных, но и техногенных руд. Освещению состояния некоторых проблем переработки техногенных отходов предприятий республики посвящена настоящая статья.

Известно, что с горнодобывающими и перерабатывающими предприятиями республики технологически связано ежегодное образование около 180 млн т отходов производства, представленных вскрышными породами, отходами обогащения, шлаками, шламами, отходами энергетического и химического производств. Общий объем этих отходов к 01.01.1991 г. оценен в 4,5 млрд т. Из них ежегодно используется порядка 772,0 тыс. т (по данным Т.Х. Патраковой и др., 1991 г.). За годы независимости общие объемы отходов даже при самых скромных прикидках возросли не менее, чем в десять раз.

Кроме того, техногенные отходы занимают порядка 12,0 тыс. га земельных угодий, куда включаются хорошо освоенные пахотные земли, городская территория, неорошаемые пастбищные угодья. На содержание и складирование этих отходов ежегодно расходуются огромные средства.

Предприятия, производящие техногенные отходы, по условиям производства подразделяются на горнодобывающие и горноперерабатывающие. Такая группировка позволила классифицировать техногенные отходы по происхождению (табл.1).

Сегодня многие бывшие минеральные отходы горнопромышленного производства стали техногенными рудами, которые могут быть подвергнуты рентабельной переработке для выделения полезных компонентов. Необходимо отметить, что в технологических центрах и на обогатительных фабриках некоторых горнодобывающих предприятий республики, в отраслевых и академических центрах ведутся целенаправленные исследования по совершенствованию технологических процессов обогащения руд и извлечения основных

ценных компонентов. Зачастую в переработку вовлекается часть складированных забалансовых руд начальной стадии эксплуатации объектов. Но этого недостаточно для решения проблемы.

Значительное количество отходов возникает при производстве цветных металлов и золота на предприятиях Навоийского и Алмалыкского ГМК.

С экономической и технологической точек зрения наиболее перспективными для переработки отходов этих предприятий являются кучные процессы – кучное цианирование и кучное бактериальное выщелачивание, что подтверждается успешным функционированием СП «Зарафшан-Ньюмонт», где перерабатываются отвалы низкосортной руды, добываемой открытым способом из карьера золоторудного месторождения Мурунтау.

На пробе забалансовой сульфидной руды из забоев карьерных уступов месторождения Кальмакыр еще в 1983 г. в САИГИМСе (ныне ИМРе) проводились полупромышленные испытания технологической схемы бактериального извлечения меди на установке кучного выщелачивания АГМК. Эти испытания подтвердили преимущество разработанной технологии перед общепринятой: за 2,5 месяца из руды извлечено 9,05 % Cu против 1,2-1,7 %.

Процесс кучного выщелачивания из отвалов, вскрышных пород и вновь складировуемых куч является наиболее освоенной технологией извлечения меди, урана и золота с использованием микроорганизмов [1]. Наибольшее распространение получило

кучное выщелачивание медных руд, как просто химическое, так и бактериально-химическое. Только в США бактериально-химическое выщелачивание применяется примерно на 15 предприятиях с общим количеством выщелачиваемой массы в отвалах и кучах более 5000 млн т (Бингамский Каньон, Сильвер Белл, Бьют, Багдад, Бисби и др.). В процессе бактериального выщелачивания в продуктивных растворах установок содержится от 10^4 до 10^7 кл/мл бактерий, окисляющих Fe^{2+} , S^0 и сульфидные минералы. Среди этих бактерий основным видом являются микроорганизмы *Acidithiobacillus ferrooxidans*, которые на сегодняшний день являются пока единственным в практике применения биогидрометаллургических методов. По глубине отвалов и куч микроорганизмы распространены на 5-8 м, что объясняется наличием кислорода. В хорошо аэрируемых отвалах микроорганизмы обнаруживаются по всей высоте отвалов куч, это позволяет говорить об активном протекании в массе руд окислительно-восстановительных процессов с участием микроорганизмов, что в свою очередь значительно расширяет извлечение меди из отвалов, забалансовых руд и вскрышных пород. Содержание меди в рудах, подвергающихся кучному выщелачиванию, обычно составляет 0,1-0,4 %. Применение обычных методов обогащения для таких руд является нерентабельным.

В табл. 2 приведен перечень техногенных отходов ОАО «АГМК». В отвалах комбината лежит более 140 млн т забалансовой руды, в том числе: окисленной 35 %, смешанной 19 % и сульфидной 46 % с содержанием меди в них соответственно 0,35; 0,34 и 0,23 % [2].

По Программе Центра по науке и технологиям РУз ГНТП-6 в лабораториях АГМК совместно с Институтом микробиологии АН РУз проводятся опытно-методические исследования экологически безвредной биотехнологии переработки забалансовых сульфидных и окисленных руд, отвалов АГМК [3]. Установлено, что при бактериальном выщелачивании сульфидных руд извлечение меди, по сравнению с контрольным вариантом (без бактерий), увеличивается в два раза. Определены оптимальные параметры бактериального выщелачивания меди в перколяторах. Общее сквозное извлечение меди за 100 сут достигает 84,1 %.

Аналогичные исследования проводились Институтом микробиологии АН РУз совместно с НГМК на сульфидных рудах Марджанбулакского месторождения (отвалы шахты Сарык-Бель) [4]. По сравнению с исходными показателями по сорбционному цианированию руды -31,5 % - после бактериального выщелачивания мышьяка достигнуто извлечение золота в раствор и на смолу 59,4 %.

Особой статьей является переработка шлаков металлургического производства. В результате многолетней переработки медных руд накоплено

более 13 млн т отвальных шлаков медеплавильного завода (МПЗ). Ежегодно на отвал поступает около 400 тыс. т шлаков с содержанием железа до 35-40 %, меди до 0,7 %, золота 0,2-0,4 г/т [3].

Для переработки этих шлаков на опытной фабрике АГМК проведен ряд лабораторных и полупромышленных испытаний, по результатам которых разработаны технологический режим и схема флотации смеси конвертерных отвальных шлаков МПЗ и медной руды Сарыкекинского месторождения. Получены положительные результаты при переработке шлаков и руды в соотношении 1:3. В 2004 г. на СОФ переработаны шлаки в объеме 421,9 тыс. т совместно с медной рудой. Извлечение меди из шихты составило 82,06 %, золота - 62,5 %, серебра - 63,04 %. Фабрике удалось улучшить показатели по выпуску меди на 2346 т.

При отдельной переработке шлаков и руды извлечение меди из шлаков составило 78,75-79,77 %, золота - 65,18%, серебра - 66,42%. С ноября 2004 г. по настоящее время действует последняя схема.

В ИМРе разработана бактериально-химическая схема переработки шлаков МПЗ АГМК. Медь предполагается извлекать из растворов цементацией, благородные металлы – из нерастворимого остатка (кека) – цианированием. Оксиды железа, составляющие основную часть шлаков, могут быть использованы для получения пигментов красок или металлического железа. Возможно использование оксидов железа в подшихтовке при производстве цемента (портландцементный клинкер). Комплексное использование полезных компонентов шлаков позволит повысить рентабельность переработки и получить дополнительно (в зависимости от производительности перерабатываемой установки) значительное количество меди, золота, серебра.

Кроме указанных выше, крупнотоннажным отходом АГМК является отход производства цинка. В отвалах скопилось более 500 тыс. т клинкера – сыпучего материала с крупностью кусков до 100 мм, содержащего 1-5 % Cu, 21-30 % Fe, 2 г/т Au, 300 г/т Ag, до 1% Pb, а также 12-30 % C [3]. Содержание в клинкере заметных количеств меди (до 5 %) и сопутствующих меди благородных металлов ориентировало переработку клинкера плавкой совместно с другим медьсодержащим сырьем. В ходе освоения технологии переработки клинкера получены положительные результаты при его подшихтовке в количестве 10 %. При этом дополнительный выпуск меди за месяц составил 40 т. Извлечение меди повысилось на 0,5 %, содержание золота в шлаках снизилось с 0,22-0,26 г/т до 0,13 г/т, серебра - с 2,1-2,7 г/т до 1,7 г/т. Достигнут также минимальный уровень перехода из клинкера в шлак драгметаллов.

С 1998 г. на отвальных хвостах флотации МОФ АГМК 1 и 2-ой моносекций используется гравитационно- флотационная установка для доизвлечения металлов, выпускающая 200 т меди, 50 кг золота и

Таблица 2
Перечень техногенных отходов ОАО «АГМК» [1]

№ п/п	Наименование отходов	В отвалах, тыс.т.	Химический состав, %								
			Cu	Au (г/т)	Ag (г/т)	Pb	Zn	S	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃
1	Руда медная окисленная забалансовая	38373	0,35	0,42	1,74	0,03	0,05	1,5	4,0	61,0	12,0
2	Руда медная сульфидная забалансовая	99821	0,23	0,38	1,56	0,029	0,007	1,5	4,0	65,0	13,7
3	Руда медная смешанная забалансовая	19430	0,33	0,49	1,98	0,03	0,04	2,0	4,4	60,0	12,0
4	Отвальный клинкер цинкового завода	99,6	0,16	-	0,76	0,36	1,19	4,0	18,0	10,0	0,7
5	Шлак отражательной и кислородно-факельной плавки медеплавильного завода	12700	0,65	0,4	3,5	0,25	1,3	1,1	37,0	36,0	6,2
6	Отвальные хвосты свинцово-цинковой обогатительной фабрики	130200	0,013	0,033	3,0	0,24	0,33	0,96	3,4	10,5	0,05
7	Отвальные хвосты медной обогатительной фабрики	850700	0,111	0,208	1,072	0,014	0,02	1,54	3,8	63,0	13,0

100 кг серебра в год. Разработан оптимальный режим доизвлечения металлов из текущих хвостов МОФ. Смонтированы и запущены в работу три флотационные нитки по переработке текущих отвальных хвостов 10-12-ой секций. По результатам генерального опробования извлечение от операции составило (в %): меди - 48,38; золота - 38,98; серебра - 26,73 – при содержании в концентрате, соответственно, 3,27 %; 6,2 и 21,2 г/т.

Методы бактериального выщелачивания предложены ИМРОм (1994-1997 гг.) для получения гуминовых удобрений из отходов Ангренской углемоющей фабрики. Разработан регламент промышленной биотехнологии получения гуминовых удобрений из отходов Ангренской угледобывающей фабрики и углеотходов Байсунского, Санжарского и Шаргуньского месторождений (предварительный патент № 6036, 1999 г.). Бактериально-гуминовое минерально-органическое удобрение – УБГМО - содержит 40-50 % органического вещества. Разработанная технология позволяет получать за инкубационный период 15-20 сут. удобрения в разных вариантах с содержанием гуминовых кислот в органическом веществе свыше 30 % (патент № 2336). Испытания этих удобрений, проведенные институтом Шредера, показали повышение урожайности хлопка на 12 %, клубники – на 30 %. Заметно повышается содержание гумуса в почве. Апробация и внедрение новшества приведет к улучшению земель сельхозугодий, что очень актуально в условиях Узбекистана, где пахотные земли сильно обеднены гумусом, и это сказывается на плодородии почвы и эффективности использования воды.

В хвостах Ингичкинской обогатительной фабрики накопилось более 8 млн т техногенной руды, теоретически содержащей 0,14 % оксида вольфрама. Количество содержащегося в этих хвостах WO₃ составляет 9766 т. Исследованиями ИМП, прово-

дившего опробование хвостов по регулярной сети 10x10 м с поверхности в закопашках глубиной 0,8м, установлено содержание WO₃ от 0,08 до 0,16 %, в среднем 0,11 % WO₃.

Исследования, проводившиеся в бывшем РО «Спецсплав» по переработке хвостов Ингичкинской ОФ, показали низкую рентабельность (на грани убыточности), поэтому дальнейшие работы в этом направлении были остановлены.

Переработка лабораторных проб из хвостов на концентрационных столах в конце 90-х годов в ОАО «Ингичкинская ОМТЭ» показали относительно низкие извлечения WO₃ в концентрат – в пределах 15-20 %. Для рентабельной работы необходимо достичь извлечения в концентрат не менее 40 %. По мнению технологов ИМП а извлечение WO₃ и качество концентратов можно повысить до 40 %, используя новые эффективные технологии. Для этого необходимо проведение соответствующих испытаний в ОАО «Ингичкинская ОМТЭ».

Ценность продукции может быть повышена за счет извлечения попутных компонентов. Таких, как золота в сульфидах, рения в шеелите и др., технологичность извлечения которых должна быть изучена. При достижении извлечения WO₃ 40 % из хвостов можно получить не менее 3900 т WO₃.

Оценивая имеющуюся информацию, можно сделать вывод, что в настоящее время некоторая часть отходов вовлекается в переработку вместе с поступлением основной руды, однако большая их часть складывается и хранится в хвостохранилищах, шлакоотвалах и т.п. Захоронение отходов или их простое складирование на открытых площадках наносит большой вред окружающей среде. Кроме того, с отходами теряются ценные компоненты. Проведенные исследования пока намечают только пути использования имеющихся отходов. Не всегда технологии переработки являются экономиче-

ски рентабельными. Наиболее экономичными следует признать методы микробиологического кучно-го выщелачивания.

Очевидно, что снижение количества отходов за счет их дополнительной переработки или использования в основном производстве, внедрение более современных и эффективных технологий будет способствовать улучшению экологической ситуации, дополнительному сбережению ресурсов и энергии, а также более полному освоению богатств недр.

Организованный при институте минеральных ресурсов Госкомгеологии Республики Узбекистан 3-4 октября 2005 г. семинар-совещание по проблемам переработки руд вызвал активный отклик мно-

гих производственных предприятий горнодобывающей отрасли, перерабатывающей промышленности, широкого круга ученых отраслевых и академических институтов и ВУЗов и дает основание заключить, что в исследовательских центрах Республики Узбекистан ведутся достаточно широко-масштабные изыскания по проблемам разработки и совершенствования обогащения и переработки руд, а также отвалов и хвостов эксплуатируемых месторождений соответственно мировому уровню. Одновременно становится ясно, что нужно активизировать эти исследования, обеспечить оборудованием, придать им большую целенаправленность. Необходимы смелые и новаторские полупромышленные и промышленные апробации научных разработок.

Список литературы

1. Мавжудова А.М., Черкасова Г.В., Борминский С.И. и др. Биотехнология переработки техногенных образований ОАО «Алмалыкский ГМК». Материалы семинара «Проблемы переработки минерального сырья Узбекистана», Ташкент, 2005.
2. Холматов М.М., Калинин В.П. Проблемы переработки техногенных отходов. Горный вестник Узбекистана, 2003, №4, с.10-11.
3. Санакулов К.С. Проблемы и практика комплексной переработки медно-молибденовых руд на Алмалыкском горно-металлургическом комбинате на современном этапе. Материалы семинара «Проблемы переработки минерального сырья Узбекистана», Ташкент, 2005.
4. Куканова С.И., Зайнитдинова Л.И., Саттаров Г.С. и др. Опыт биовыщелачивания золотосодержащих руд месторождения Марджанбулак. Материалы семинара «Проблемы переработки минерального сырья Узбекистана», Ташкент, 2005.

УДК 622

© Лукомская Г.А., Мавлянов К.А., Халматов М.М., Санакулов К.С., Мащенко О.Д. 2006 г.

ПЕРЕРАБОТКА ТОНКИХ КОНВЕРТЕРНЫХ ПЫЛЕЙ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА ОАО «АЛМАЛЫКСКИЙ ГМК»

Лукомская Г.А., зав. лаб. «Узнипроцветмет», канд. техн. наук; Мавлянов К.А., главный инженер ЖРЭО АГМК; Халматов М.М., нач. техн. отдела АГМК, канд. техн. наук; Санакулов К.С., генеральный директор АГМК, канд. техн. наук; Мащенко О.Д., зам. нач. металл. цеха МПЗ АГМК

При переработке сульфидных медных концентратов по схеме, включающей плавку концентрата на штейн и конвертирование штейна образующиеся технологические газы с содержанием диоксида серы 5-10 % утилизируются в производстве серной кислоты. Перед подачей в сернокислотное производство газовая фаза подвергается очистке от грубой и тонкой пыли в циклонах, электрофильтрах и в системе мокрого пылеулавливания сернокислотного цеха.

В 2002 г. для снижения пылевой нагрузки на систему мокрого пылеулавливания запущены в работу 4 электрофильтра для очистки газов конвертерного передела. Это позволило значительно улучшить условия работы промывного отделения сернокислотного производства, но привело к образованию нового вида промпродуктов – тонких конвертерных пылей. Тонкие конвертерные пыли существенно отличаются от других видов пыли, улав-

ливаемых и возвращенных в процесс медной плавки. Они характеризуются повышенным содержанием свинца (30-40 %) и цинка (8-13), в небольших количествах содержат медь, мышьяк, висмут, рений, серебро. Из-за отсутствия технологии переработки данного продукта, он складывается и накапливается на территории медеплавильного завода.

Накопление тонкодисперсного продукта с повышенным содержанием тяжелых металлов: свинца, цинка, меди, мышьяка и др. оказывает на окружающую среду значительное вредное воздействие. Вместе с тем, тонкие пыли являются ценным сырьевым источником для получения цветных металлов. Вовлечение этих пылей в переработку, обеспечивающую комплексное извлечение металлов в товарные продукты, является актуальной технологической и экологической задачей.

Целью данной работы является создание технологии комплексного извлечения меди, цинка,

рения, висмута и благородных металлов из тонких пылей и получение кеков сульфата свинца для последующей электротермической выплавки черного свинца на действующей установке.

Предварительное извлечение из пылей компонентов, сопутствует рациональной подготовке к процессу электротермической плавки кеков с получением черного свинца.

По данным химического и фазового анализа свинец в пылях присутствует в виде сульфата свинца (70-72 %), сульфида (17-20 %) и соединений типа арсенитов, стибнитов и других малорастворимых упорных к выщелачиванию соединений.

При выборе направления исследований предпочтение отдано традиционным для медеплавильного завода сернокислотным методам. Исследования проведены с использованием текущих пылей пылеулавливающих установок металлургического цеха медеплавильного завода.

Определены показатели выщелачивания компонентов пыли и качества свинцового кека в зависимости от концентрации серной кислоты температуры отношения Ж:Т, введения окислителей.

В качестве сернокислых растворов использованы растворы серной кислоты и растворы промывной кислоты, образующейся при мокрой очистке технологических газов сернокислотного производства. В настоящее время, промывная кислота является не нашедшим применение продуктом, поэтому совместная переработка пылей и промывной кислоты, имеющих одинаковый качественный компонентный состав, может решить проблему её утилизации.

Полученные результаты показывают, что при выщелачивании пыли раствором серной кислоты извлечение меди и цинка повышается с увеличением отношения Ж:Т и увеличением температуры выщелачивания. При отношении Ж:Т=2,4:1 и температуре 800 °С извлечение меди и цинка достигает 89 % и 87 %, соответственно. На извлечение мышьяка положительно влияет увеличение отношения Ж:Т при выщелачивании без нагрева, составляющие 60-80 %. Повышение температуры и присутствие окислителя приводят к снижению извлечения мышьяка до 43-46 %.

Для выщелачивания раствором промывной кислоты наиболее существенный прирост извлечения всех изучаемых компонентов наблюдается при увеличении отношения Ж:Т. Повышение температуры и введение окислителя резко снижают извлечение меди, рения, и, особенно, мышьяка.

Наиболее богатые по свинцу кеки получаются в условиях выщелачивания без нагрева при увеличенном отношении Ж:Т=2,4:1. Дальнейшее увеличение отношения Ж:Т нецелесообразно, поскольку при этом снижаются концентрации ценных компонентов в растворах, в первую очередь, рения, что затруднит их последующее извлечение из растворов.

Для интенсификации сернокислотной обработки пылей, без дополнительного разбавления растворов и без дополнительного введения в раствор серной кислоты, была отработана операция предваритель-

ной сульфатизации пыли ограниченным количеством крепкого раствора серной кислоты при определенной температуре и без нагрева. Для последующего выщелачивания продукта сульфатизации использовали воду, раствор серной кислоты и промывную кислоту.

Полученные результаты показывают, что применение предварительной сульфатизации пылей существенно увеличивает извлечение рения в раствор при выщелачивании. Прирост извлечения рения составляет 20-30 %. При этом наблюдается прирост извлечения других компонентов пыли. Для мышьяка повышение извлечения в раствор до 78-82 % достигается при расходе серной кислоты на сульфатизацию 9 % и 14,6 % с последующим выщелачиванием продукта водой.

В этих же условиях достигается максимальное извлечение в раствор цинка и меди. Извлечение металлов в раствор при выщелачивании промывной кислотой также повышается после проведения предварительной сульфатизации.

На основании проведенных исследований разработана технологическая схема получения очищенного сульфата свинца и производного раствора, содержащего медь, цинк, рений, мышьяк и другие компоненты пылей.

Начальной операцией технологической схемы является окомкование пыли с раствором серной кислоты, сокращающее пылеунос при выгрузке пыли со шнеков электрофильтров. Окомкованный продукт поступает на термообработку, при которой протекают процессы разложения арсенитов, стибнитов и других соединений свинца.

Продукт низкотемпературной сульфатизации выщелачивается раствором промывной кислоты без нагрева при отношении Ж:Т=2:1. Полученная пульпа фильтруется. Кек на фильтре промывается горячей водой при отношении Ж:Т=1:1, высушивается и поступает на участок выплавки черного свинца. Производный раствор вместе с промывкой направляется на последовательное извлечение рения, меди, очистку от мышьяка. Очищенный раствор предполагается направлять на переработку в цинковое производство. Предложенная схема была отработана в укрупненном масштабе на опытно-промышленной установке сернокислотного цеха МПЗ.

В результате выщелачивания пылей с предварительной сульфатизацией получен свинцовый кек с содержанием свинца 64,6 %, меди – 0,35 %, цинка – 0,38 %, мышьяка- 0,84 %. Извлечение в раствор составляло: меди – 92,9 %, цинка – 98,8 %, мышьяка – 92,6 %. Средние содержания металлов в производном растворе: меди – 9,3 г/л; цинка – 26,2 г/л; мышьяка -13,2 г/л.

На основании результатов проведенных испытаний выданы исходные данные для проектирования и строительства опытной установки по переработке пылей и промывной кислоты медеплавильного завода.

ОСОБЕННОСТИ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ГОРНЫХ РАБОТ ЧАРМИТАНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Бурксер А.А., главный инженер Южного рудоуправления НГМК; **Лобанов В.С.**, начальник НИЛ ГР института «O'zGEOTEKHLITI»; **Киселенко А.С.**, ведущий инженер НИЛ ГР НИИПИГ «O'zGEOTEKHLITI»; **Мухитдинов А.Т.**, инженер НИЛ ГР института «O'zGEOTEKHLITI»; **Рахимджанов А.А.**, зам.главного инженера проектов института «O'zGEOTEKHLITI»

Разработка целесообразной схемы ведения работ по подготовке блоков и горизонта к очистной выемке и их последующая отработка, выбор технологии и техники, позволяющих комплексно механизировать все процессы и операции, а также организация работ, обеспечивающая ритмичную выдачу руды в заданном объеме, особенно актуальна при реконструировании рудника Зармитан.

Горно-технические условия месторождений Чармитанского рудного поля, а также специфика разработки месторождений жильного типа (малая мощность, небольшие сечения, сравнительно небольшой объем работ) ограничивают применение существующих типов самоходного оборудования, большей частью крупногабаритного.

Рудные тела Чармитанского, Гужумсайского и Промежуточного месторождений характеризуются разнообразными горнотехническими условиями и физико-механическими свойствами вмещающих пород. Рудные тела с крутым падением (60-90°), с мощностью от 0,5 до 3 м и выше, с разрывными нарушениями, с пережимами, ответвлениями рудных тел и неравномерным распределением полезного ископаемого представляют собой кварцевые жилы, составляющие основную ценность рудного тела с безрудными или слабооруденными зальбандами. Характерна высокая контрастность промышленного оруденения. Кварцевая составляющая рудного тела, содержит 60-80 % запасов металла. На участках простого строения рудных тел это обычно одиночная стержневая жила мощностью от первых сантиметров до 1,5 метров. На участках сложного строения это ряд сближенных субпараллельных прожилковых сульфидов и кварца. Протяженность рудных тел колеблется от первых десятков до 1000-1200 метров, мощность от долей метра до 5-8 метров.

Увязка всех рудных тел по простиранию и падению в контурах запасов, разведанных по категориям С₁ и С₂, целиком и полностью основана на геологических данных опробования. Контакты кварцевых жил с вмещающими породами всегда четкие, обычно ровные и прямолинейные, типичные для жил. Контакты же рудных тел с вмещающими породами устанавливаются только по результатам опробования. Рудовмещающими породами являют-

ся граносиениты, сиениты и метаморфизированные сланцы. Руды представлены этими же породами, гидротермально измененными.

Рудные тела располагаются на различных расстояниях друг от друга (от нескольких метров до десятков метров) субпараллельно и в период разведки объединены в системы (система рудных тел 1, 2, 8, 7 и т.д.). При выборе способа отработки рудных тел следует в каждом конкретном случае устанавливать возможность их взаимного влияния.

При выборе способов отработки рудных тел месторождений необходима проработка следующих технических решений:

- опережающая эксплоразведка;
- подготовка рудных тел к отработке;
- сечение основных подготовительных выработок и выбор оптимальных комплексов самоходного оборудования;
- основные технологические схемы отработки рудных тел;
- способы нарезки блоков;
- транспортировка горной массы.

Опережающая эксплоразведка

При достижении транспортным уклоном проектной отметки вскрываемого горизонта +780 м вся свита рудных тел пересекается кваршлагом. Место заложения кваршлага определяется проектом, желательно в безрудной зоне или в относительно бедных участках рудных тел. При наличии геологоразведочных выработок необходимо их использование в качестве подготовительных или нарезных.

Подготовительные работы на вскрытом горизонте начинаются с проходки эксплоразведочного штрека по рудному телу (с отнесением в календарном плане для первоочередной отработки), позднее эксплоразведочный штрек будет использован в качестве нижнего поэтажного штрека или штрека подсечки.

Подготовка рудных тел к отработке

Перед выбором способа подготовки рудных тел к отработке необходимо произвести оценку степени влияния рудных тел друг на друга при их подработке. Затем произвести группировку рудных тел по очередности их подготовки и дальнейшей отработки. При этом желательна отработка в сгруппированном блоке рудных тел крайнего рудного тела,

расположенного висячем боку. Поскольку участки месторождений представлены свитами рудных тел, которые, как правило, имеют относительно небольшую мощность (1,0 – 2,0 м), предусматриваем групповую подготовку рудных тел, согласно проведенной оценке влияния их друг на друга и календарному плану отработки.

В каждой группе рудных тел вначале проходим эксплоразведочные штреки по рудному телу для доразведки рудного тела и уточнения его контуров. Эксплоразведочный штрек в группе, пройденный с краю в лежащем боку, будет использоваться как групповой откаточный, и это рудное тело будет обрабатываться в последнюю очередь.

Сечения основных подготовительных выработок

Сечения основных подготовительных выработок должны обеспечивать минимальный прихват пустых пород. Подготовительные выработки проходятся вприсечку с висячим боком рудного тела. Обеспечение требуемой площади и размеров выработки производится подрывкой лежащего бока рудного тела.

Сечения основных подготовительных выработок зависят от мощности рудного тела и составляют от 5 до 9 м², при этом должно учитываться назначение выработки. Восстающие выработки проходятся с использованием полков КПВ на всю высоту этажа, при этом ходки в блок или на подэтаж проходятся одновременно на длину 4 м (2-3 отпалки). Подэтажные штреки проходятся в зависимости от мощности рудного тела сечением 4-6 м² (2x2 или 2,5x2,5).

Выбор необходимых комплексов самоходного оборудования производится в зависимости от принятых сечений подготовительных выработок.

В пределах очистных блоков необходимо предусмотреть использование малогабаритного самоходного оборудования I типоразмера, обеспечивающего минимальные объемы подготовительных и нарезных работ. Транспортировка горной массы по основным аккумулялирующим выработкам производится погрузочно-транспортными машинами не ниже второго типоразмера в выработках сечением не менее 9 м².

Предлагаемые технологические схемы очистных работ

Для отработки рудных тел месторождений Чармитанского рудного поля предлагаются следующие системы разработки:

- а) с магазинированием руды;
- б) комбинированная система разработки с подэтажной отбойкой и магазинированием руды с выпуском наклонными слоями;
- в) подэтажные штреки;
- г) сплошная система с подэтажной отбойкой и закладкой выработанного пространства пустыми породами с проходки или подрывкой вмещающих пород.

Все системы могут иметь одни и те же конструктивные параметры блока и использоваться при любых горнотехнических условиях, присутствующих на месторождениях Чармитанского рудного поля.

Конструктивные параметры систем разработки следующие:

- высота потолчины 3 м (при мощности рудного тела до 2 м);
- высота потолчины 4 м (при мощности рудного тела свыше 2 м);
- высота подэтажа 10–15 м в зависимости от мощности рудного тела (при целевой выемке 3–5 м);
- расстояние между ортами-заездами 7–8 м (размер целика между ортами 5 м);
- длина блока по проекту института «Средазнипроцветмет» составляет 60 м. Расчеты, произведенные институтом «Иргиредмет» в 1992 г. доказали устойчивость потолчины толщиной 3 м при пролете обнажения до 100 м (при отработке одного межблокового целика). Визуальное обследование состояния блоков по рудному телу 1 (район шахты Вспомогательная) установило устойчивость пород висячего и лежащего боков после отработки рудного и погашения межблоковых целиков.

Все это позволяет с достаточной уверенностью рекомендовать увеличить длину блока при отработке запасов горизонта +780 м до 80–100 м (при вмещающих породах граносиенитах и сиенитах). При вмещающих породах кварцслюдистых сланцах длина блока остается в пределах, рекомендованных институтом Средазнипроцветмет и составляет 60 м.

Размеры межблокового целика определены расчетом и составляют 8,5–9,0 м. С учетом размещения в нем ходков в блок и восстающего с длинной стороной по простиранию - 3,0 м.

Способы нарезки блока

При проведении нарезных работ предусматриваем устройство плоского днища как наиболее простой способ обеспечить выпуск руды из блока. При этом возможны два варианта оформления конструкции днища:

- а) выпуск руды на почву штрека подсечки и отгрузка отбитой руды из ортов заездов;
- б) при использовании штрека подсечки в качестве доставочного – устройство выпускных дучек и использование коротких ортов заездов. При этом подштрековый целик при использовании самоходного оборудования должен быть не менее 6 м (определяется графическим путем).

Использование варианта б) предпочтительно, если по данным опробования штрека подсечки установлено наличие бедных руд, но качество руды улучшается по восстанию.

Самые трудоемкие выработки, обеспечивающие подготовку блока (восстающие, рудоспуски, участковые транспортные съезды и т.д.), должны быть по возможности групповыми и использоваться при

нарезке нескольких блоков согласно произведенному ранее объединению рудных тел. Участковый транспортный съезд, обеспечивающий заезд самоходной техники на любой подэтаж, должен проходить как минимум один на необходимое количество блоков для обеспечения годовой производительности участка.

Отрезные восстающие, проходимые на границах блока, желательно проходить после проходки подэтажных штреков.

При длине блока 80–100 м необходима проходка промежуточного рудоспуска посередине блока, который можно использовать как материально-ходовой. При производстве подготовительно-нарезных работ следует предусмотреть возможность заезда погрузочно-транспортных машин (ПТМ) в блок со стороны отрезного восстающего для размещения в отработанном пространстве пустых пород с проходки подготовительных выработок. При этом возможно использование твердеющей закладки при засыпке нижнего подэтажа (штрека подсечки). Тогда появляется возможность отказаться от устройства потолочины при отработке нижнего этажа. Размер искусственной потолочины должен быть не менее толщины, определенной расчетом. Расходы на сооружение искусственной потолочины окупятся добычей дополнительного металла при отбойке руды в блоке.

При появлении достаточно надежной аппарату-

ры по рудосортировке необходимо организовать сепарацию руды в блоковых рудоспусках для снижения объема транспортировки горной массы по транспортному уклону. Порода после сепарации желательно размещать в отработанном пространстве блоков.

В зависимости от содержания металлов в хвостах сепарации возможна организация, к примеру, тиосульфатного выщелачивания металлов в отработанных и засыпанных блоках с использованием технологических схем, применяемых на рудниках бывшего Среднего машиностроения (Лермонтов, Кигтал).

Транспортировка горной массы

Участковые рудоспуски должны сбиваться с аккумулярующей выработкой, с которой обеспечен транспорт руды на погрузочный узел транспортного уклона. Аккумулярующая выработка предусматривает использование ПТМ ниже 2 типоразмера и проходится сечением не менее 9 м². Возможно использование в качестве аккумулярующей выработки участковых квершлагов. Главное условие для обеспечения транспортировки горной массы – длина транспортирования не должна превышать оптимальной для выбранного типа ПТМ с емкостью ковша от 6 т и выше. Для транспортировки горной массы по транспортному уклону желательно использовать при погрузке горной массы в автосамосвал комплекс «виброустановка-автосамосвал».

УДК 622

© Бибик И.П., Ивановский Д.С. 2006 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ РАЗРАБОТКИ ПЛАСТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФОСФОРИТОВ ДЖЕРОЙ-САРДАРА

Бибик И.П., зам. главного инженера по НТ Центрального рудоуправления НГМК, канд. техн. наук; Ивановский Д.С., инженер ПТБ рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК

В соответствии с программой промышленного освоения месторождения фосфоритов Джерой-Сардара, в рамках пускового комплекса I очереди Кызылкумского фосфоритового комплекса, на участке Ташкура действует опытный карьер. Особенностью данного участка являются разнопрочностные свойства вскрышных пород, перекрывающих два пологих фосфопласта малой мощности. Это предъявляет особые требования к буровзрывным работам, являющимися одними из основных процессов горных работ, так как от эффективности буровзрывных работ зависит производительность выемочно-погрузочного оборудования [1-3] (табл. 1-

3). Вскрышные породы карьера на участке Ташкура условно разделены на внешнюю (первый уступ) и внутреннюю (второй уступ) вскрышу. Породы внешней вскрыши это комплекс пород расположенный непосредственно над первым фосфопластом, а в его краевых частях - и над вторым. К внутренней вскрыше отнесены породы между первым и вторым фосфопластами (междупластье). Геологическая характеристика пород внешней и внутренней вскрыши и расположение обрабатываемых фосфопластов на участке производимых горных работ приведены на рис. Мощность внешней вскрыши в зависимости от рельефа колеблется от 3 до 30 м, в основном



Рис. Геологическая характеристика пород участка Ташкура

12-20 м. Сверху вниз она представлена супесями и суглинками, галечником и конгломератами, бентонитовыми глинами, глинистым мергелем. Супеси и суглинки покрывают всю поверхность месторождения и имеют относительно выдержанную мощность. Галечники залегают на глинах, они не выдержанны по простиранию и мощности, местами полностью или частично эродированы. Глины распространены по всему месторождению, среди них встречаются загипсованные и карбонатизированные участки повышенной крепости, образованные в процессе гипергенеза, с глубиной их пластичность и вязкость повышается. Известковый мергель, переслаиваясь с не имеющими промышленного значения базальным и нулевым фосфопластами перекрывает первый фосфопласт.

Мощность междупластья колеблется от 8 до 12 м и в основном составляет 10 м. В подошве первого фосфопласта прослойка известкового мергеля является крепкой и абразивной породой

и относится к полускальной породе. Ниже залегает глинистый мергель, переслаивающийся с известковой глиной, с глубиной он переходит в пластичную глину. По горно-техническим показателям вскрышные породы фосфоритового месторождения можно выделить в четыре группы (табл. 1), частично они могут обрабатываться без применения буровзрывных работ.

Внешняя и внутренняя вскрыша обрабатываются по цикличной технологии по схеме одноковшовый экскаватор – автосамосвал. На вскрыше задействованы экскаваторы ЭКГ-8И и САТ-5130В, а также фронтальные погрузчики САТ 992G.

Исходя из опыта разработки аналогичных по составу и строению разнопрочных вскрышных пород месторождений Учкудук (Узбекистан) и Меловое (Казахстан) проектными решениями предусматривалось для разработки галечников и конгломератов в верхней толще первого вскрышного уступа (внешняя вскрыша) выделить самостоятельный уступ, разрабатываемый с применением БВР. При этом слой вскрышных пород, свободный от крепких включений обрабатывается без взрывного рыхления. Разработка межпластовых мергелей второго вскрышного уступа (внутренняя вскрыша) предусматривала отработку с применением БВР по всей его высоте. Опытными работами оценивалась возможность расширения области безвзрывной экскаваторной разработки первого и второго вскрышных уступов, при этом опробована их безвзрывная экскаваторная разработка. Нижняя часть обоих уступов

Таблица 1

Горно-технические показатели вскрышных пород

Показатели	Ед. изм.	Породы			
		Супеси, суглинки	Галечник, конгломераты	Глины	Мергель
Объёмная масса	г/см ³	1,36-1,96	1,9-2,5	1,51-2,09	1,64-2,0
Пористость	%	39	-	31	32
Влажность	%	2,8	3,2	15,6	6,6
Сила сцепления	кгс/см ²	-	-	15,5-100	36-52
Предел прочности на сжатие	МПа	0,06-1,42	до 50	1,4-22,1	3,1-34,3
Сцепление	МПа	-	-	14-221	31-243
Коэффициент крепости по Протоdjяконову		0,2-1,4	2-5	2-4	2-5
Коэффициент разрыхления		1,2	-	1,29	1,32
Категория по буримости ЦБПНТ		IV	VII - VIII	IV - V	V - VII

пов сложена мягкими неокисленными глинами и довольно легко поддается прямой экскавации, верхняя сложена более крепкими породами и их непосредственная экскавация весьма затруднительна, а зачастую для гидравлического экскаватора и фронтального погрузчика вообще не возможна. Таким образом, подтверждено, что прослойки галечников и конгломератов во внешней, а известковистые мергели во внутренней вскрыше, требуют взрывного рыхления. В то же время сами глины требуют взрывного рыхления в зависимости от за-гипсованности и карбонатизации.

Бурение скважин производится шарошечными станками СБШ-250МН и D-25 KS Driltech. При обурировании первого вскрышного уступа, имеющего в верхней части выветрелые и рыхлые породы, выявлена не технологичность данного бурения. При передвижениях бурового станка и зарядной машины по обуренному блоку происходит обрушение устья скважин. Кроме того, при бурении для «затирания» выветрелых пород у устья скважин с целью придания им устойчивости необходим повышенный расход воды, а в процессе простаивания пробуренных скважин в ожидании зарядки происходит их высыхание, и, как следствие, обрушение и потеря забуренных блоков. Данная технология имеет ограниченную область применения на участках, где мощность выветрелых пород не превышает 0,5 м, а также в осенне-весенний период, когда эти породы имеют повышенную естественную влажность.

В связи с этим, для подготовки площадей под буровые работы по первому вскрышному уступу сформирован передовой подступ и фронтальным погрузчиком производится отгрузка выветрелых отложений легко поддающихся экскавации без взрывного рыхления.

Практикой ведения буровзрывных работ по породам междупластья второго вскрышного уступа было установлено, что при обурировании уступа на полную глубину расположенных в верхней части более крепких и плотных пород, а в нижней части мягких и пластичных глин взрывное рыхление происходит неэффективно. После взрыва на поверхности взрывае-мых блоков, образуются участки вспучива-

ния с трещинами и заколами без «шапки» из взорванной горной массы, а последующая отработка данных блоков показала низкое качество рыхления с проявлением образовавшихся пустых полостей в виде котлов.

Разнопрочные литологические разности обуриваемых пород существенно отличаются друг от друга по своим физико-механическим свойствам, что затрудняет эффективное использование в этих условиях традиционных методов управления энергией взрыва. Породы отличаются друг от друга по прочности и акустической жесткости в несколько раз, в связи с этим при взрыве скважинных зарядов основная часть энергии взрыва затрачивается на уплотнение мягких глин в нижней части уступа, и лишь незначительная часть энергии расходуется непосредственно на рыхление крепкой верхней части уступа.

Выявленные технологические особенности буровзрывных работ в условиях фосфоритового карьера определили принятие технического решения о применении взрывного рыхления только в верхней части вскрышного уступа. Взрывная проработка пород междупластья значительно улучшилась при обурировании уступа только на глубину крепких верхних литологических разностей, исключив бурение и размещение заряда в мягких глинах. В следствие этого, в настоящее время на карьере без буровзрывной подготовки разрабатывается до 60 % вскрышных пород.

Преобладающие объемы глинистых пород в толще вскрышных пород фосфоритового карьера обуславливают целесообразность применения взрывчатых составов, не создающих переуплотнения в первичной зоне дробления и обладающих более длительным взрывным импульсом на массив для его эффективного рыхления. В связи с этим, из имеющегося ассортимента изготавливаемых эмульсионных взрывчатых веществ, предпочтение от-

Таблица 2

Проектные параметры скважинных зарядов для разнопрочного массива

Высота взрывае-мо-го уступа и длина сква-жин, м	Диаметр взрывных скважин, мм	Вмести-мость 1 п.м. скважины, кг/п.м.	Сеть бурения, м * м	Длина заряда, м	Длина забойки, м	Масса заряда в скважине, кг	Удельный расход ВВ, кг/м ³
4	175	22	5 × 5	3,6	1,4	80	0,65
	215	34	5 × 5	2,4	2,6	80	0,65
6	175	22	5 × 5	5,2	1,8	115	0,65
	215	34	6 × 6	4,9	2,1	165	0,65
8,5	175	22	5 × 5	6,3	2,2	140	0,65
	215	34	6 × 6	5,9	2,6	200	0,65

Таблица 3

Проектные параметры скважинных зарядов для массива представленного глинами

Высота взрываемо-го уступа и длина скважин, м	Диаметр взрывных скважин, мм	Вместимость 1 п.м. скважины, кг/п.м.	Сеть бурения, м × м	Длина заряда, м	Длина забойки, м	Масса заряда в скважине, кг	Удельный расход ВВ, кг/м ³
4	175	22	5 × 5	3,2	1,8	70	0,55
	215	34	5 × 5	2,4	2,6	80	0,65
6	175	22	5 × 5	4,4	2,6	95	0,60
	215	34	6 × 6	4,4	2,6	150	0,55
8,5	175	22	5 × 5	5,5	3,0	120	0,55
	215	34	6 × 6	5,0	3,5	170	0,65

проработка массива за счет полного заполнения скважин взрывчатым веществом и уменьшением длины забойки, что определило лучшую проработку верхней части уступа.

Важными факторами эффективного взрывного рыхления

дается типу ANFO (игданит).

Практикой ведения взрывных работ в условиях фосфоритового карьера установлено, что для получения необходимого рыхления породного массива, представленного в основном глинами, удельный расход взрывчатого вещества ANFO принимается равным 0,55 кг/м³. Для разнопрочного породного массива с целью повышения качества взрывного рыхления галечников, конгломератов и полускальных мергелей удельный расход для того же взрывчатого вещества следует принимать не менее 0,65 кг/м³.

В процессе оптимизации результатов и параметров взрывного рыхления пород внешней и внутренней вскрыши установлено, что при уменьшении диаметра взрывных скважин возможно снижение удельного расхода взрывчатых веществ. Это объясняется тем, что при взрывании глинистых и грунтовых массивов их разрушение происходит в основном за счет энергии расширяющихся продуктов взрыва.

Соответственно, чем меньше диаметр заряда, тем меньше линия наименьшего сопротивления и меньше вероятность экранирования распространения энергии взрыва, при этом большая часть массива попадает в зону регулируемого дробления. Кроме того, при меньших диаметрах уменьшается воздействие взрыва за линию зарядов в глубь массива, а распространение энергии по массиву происходит с меньшим затуханием. Так же улучшена взрывная

разнопрочного массива является выбор параметров буровых работ, обеспечивающих выполнение установленных зависимостей между сеткой взрывных скважин и конструкцией заряда с учетом конкретных горно-геологических условий обуриваемого участка.

Проектные параметры скважинных зарядов для рыхления разнопрочного массива и глин представлены в табл. 2 и 3.

Практика разработки месторождения свидетельствует о необходимости дифференцированного районирования месторождения по структурным особенностям литологических разностей вскрышных пород с выделением их физико-механических свойств. В настоящее время типы взрываемых пород выявляются по воздействию бурового инструмента на забой и визуально по буровому шламу в процессе бурения взрывных скважин.

В перспективе, для этих целей целесообразно испытать известные методы радиолокации, регистрации энергоемкости бурения по глубине и др., позволяющие проследить геометрию и местоположение пород в массиве в зависимости от их физико-механических свойств.

Таким образом, изложенный комплекс технологических и организационных мероприятий, а также технических решений и методических положений создает условия для рационального производства буровзрывных работ в разнопрочных породах фосфоритового карьера на участке Ташкура.

Список литературы:

1. Толстов Е.А., Мальгин О.Н., Рубцов С.К. и др. Технологические схемы открытой разработки Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов. Горный журнал № 8, 2003, с. 40-44.
2. Котенко Е.А., Мальгин О.Н., Сытенков В.Н., Рубцов С.К. Опыт применения БВР при поточной технологии разработки разнопрочных пород на карьерах пластовых месторождений осадочного типа. Горный вестник Узбекистана № 1, 2001, с. 52-57.
3. Мосинец В.Н., Котенко Е.А., Мальгин О.Н., Рубцов С.К. и др. Внедрение метода дифференцированного выбора параметров БВР при взрывании разнопрочных массивов пород с крепкими пропластками для поточной технологии на урановых карьерах пластовых месторождений Учкудук и Меловое. Горный вестник Узбекистана № 1, 2001, с. 51-63.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОЙ СКВАЖИННОЙ РАЗРАБОТКИ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ И МЕТАЛЛОВ

Бызеев В.К., зам. главного инженера института "O'zGEOTEXLITI", канд. техн. наук; Тен В.Н., зам. главного инженера института "O'zGEOTEXLITI"

Мировые запасы смолы в горючих сланцах в разных источниках оцениваются в объеме: по одним данным свыше 550 млрд т [1], по другим данным 26 триллионов тонн [2]. Месторождения горючих сланцев имеются на всех континентах нашей планеты. Значительные запасы расположены в Северной Америке. В Узбекистане геологические запасы расположены в Кызылкумском бассейне – 24,6 млрд т.

Изучение литолого-геохимических особенностей горючих сланцев, вещественного состава, металлоносности горючих сланцев, их отличительных особенностей, технологических свойств и палеогеографическое моделирование (выполненное авторами Г.А. Прохоренко, А.Г. Лузановским, Н.М. Артемовой и освещенное в монографии «Металлоносные горючие сланцы Республики Узбекистан»), выявило перспективное новое минеральное сырье, и возможность его использования в химической промышленности, металлургии, медицине, сельском хозяйстве, строительной индустрии.

В результате лабораторных исследований были сделаны следующие выводы:

- горючие сланцы, помимо углеродного сырья, содержат U, W, Mo, Au, Ag, Re, Cd, Se, Cu, Ni, Pb, S, включая редкоземельные металлы и металлы платиновой группы. При этом содержание их, находится в прямой зависимости от содержания органического углерода;

- горючие сланцы используются как энергетическое сырье с теплотворной способностью до 3300 ккал/кг;

- при химической переработке из сланцев можно получить высокосернистые мазуты, используемые для смазки двигателей, но, пока что, не пригодные в качестве сырья для жидкого топлива из-за высоких содержаний серы 4–6 %;

- в горючих сланцах установлены содержания смолы от 8 до 12 %, известные ранее только на каменноугольных месторождениях. Из смолы можно получить масло для пропитки древесины, электродный кокс, мягчители резины, мастики и компоненты для строительных мастик, алкилрезорцины;

- из получаемых смол можно выделить нэрозин, который по своим свойствам может быть использован в сельском хозяйстве для увеличения устойчи-

вости всходов и урожайности хлопчатника, закрепления почв от ветровой эрозии;

- из некоторых переработанных горючих сланцев (кокс) извлекаются 58,6 % Mo; 37,9 % V; 39,8 % ΣTR, что в пересчете на исходный сланец составит 46,6; 31,6 и 23,9 %, соответственно;

- энергетический газ, получаемый при переработке, считается пригодный по своим теплотехническим качествам для замены угля и других видов топлива при сжигании в топках котлов, турбин и других теплотехнических агрегатах. Несмотря на низкую номинальную теплоту сгорания по сравнению с углем, он обладает всеми преимуществами газообразного топлива. Высокая скорость сгорания газа ПГУ (1,6 м³/с) обуславливает возможность применения его не только в промышленности, но и (после специальной подготовки) в быту.

Использование газа в химической промышленности в настоящее время весьма перспективно, что особенно важно в связи с дефицитом серы, аммиака и метанола, а также получением синтетического топлива с учетом повышения стоимости нефти.

Разработка горючих сланцев традиционными способами (открытым или подземным) по многим причинам (технологическим, экономическим или экологическим) не представляется возможным.

Ввиду этого, нами предлагается скважинная разработка горючих сланцев.

Суть предлагаемого способа заключается в применении двух известных способов скважинной разработки полезных ископаемых: подземной газификации угля и подземного выщелачивания металлов.

Применение подземного выщелачивания при обработке горючих сланцев, без предварительной подготовки массива, малоэффективно, так как породный массив имеет малую проницаемость, а содержание металла в горной массе ниже промышленного. Следовательно, необходимо подготовить залежь полезного ископаемого, т.е. повысить проницаемость и содержание металла. Своего рода произвести подземное обогащение полезного ископаемого.

Учитывая, что горючие сланцы содержат значительное количество углеродного сырья (от 15 до 45 %) [3, 4], то возможно применение тех же методов разработки, которые используются при разработке

угольных месторождений, а именно подземную газификацию.

Возможность применения поточной подземной газификации горючих сланцев основывается на научных и практических достижениях в области подземной газификации угля, имеющие место с 1938 по 2005 гг. Уверенность в этом подтверждается:

- патентом Д. Дью и В. Мартина (США), в котором предлагается способ добычи урана в углистых сланцах, ванадия и радия из рудных тел. Способ предусматривает два этапа добычных работ: первый этап подготовительный – включает выжигание углеродной массы; второй этап основной – выщелачивание;

- опытом НГМК РУз по подземному выщелачиванию урановых месторождений;

- опытом ОАО «Еростигаз» РУз по подземной газификации бурых углей Ангрэнского месторождения;

- лабораторными данными газификации горючих сланцев (И.В. Гринберг, А.Г. Стрельковская, Т.В. Панькова «К исследованию пиролиза Карпатских менилитовых сланцев». Журнал «Химия твердого топлива», №3, 1973 г., изд-во «Наука», Москва, стр. 67-76.);

- результатами Института Газовой Технологии в г. Чикаго (США) по получению высококалорийного газа и смолы из горючих сланцев; схемой процесса «Шеврон СТБ» и схемой подземной разработки горючих сланцев [1, 5].

Современное развитие буровой техники позволило снизить удельные затраты на буровые работы на 1 м³ добытого газа почти вдвое, при этом увеличить скорость подготовки втрое.

Экономичная разработка тонких пластов глубокого залегания (преимущественное залегание горючих сланцев) путем использования процесса подземной газификации требует соблюдения некоторых условий:

- наличия достаточных размеров зоны газификации между двумя технологическими скважинами;

- умеренными потерями тепла в результате нагрева вмещающих пород;

- относительно небольшой длиной фронта горения в целях поддержания условий равновесия в зоне газификации.

Одна из проблем, которая может снизить эффект подземного выщелачивания, - это переход породы в жидкотекучее состояние. Однако при применении воздушного дутья можно не опасаться подобного явления, так как температура в газогенераторе не превышает 1200-1300° С, а опытные данные зафиксировали подобный процесс при температуре свыше 1430° С.

Другим важным параметром является длина реакционного канала, в котором происходит химическая переработка углеродного материала. В процессе подземной газификации в газогенераторе наблю-

дается несколько зон переработки углеродного сырья (рис. 1):

- **зона обильного выделения газа и подсмольной воды** (в режиме от 200 до 400° С). Выход ароматических углеводородов, в том числе сланцевого бензина, бензола, толуола, сольвента;

- **зона обильного выделения смолы** (в режиме от 350 до 600° С). Пониженное содержание кислорода в газовой среде повышает выход смол, в том числе 5-алкилрезорцинов, являющихся сырьем для клеевых смол, эпоксидных композиций, синтетических дубителей, тампонажных составов, модификаторов резины и т.д. (При выходе смолы в пределах 20-24 % можно получить 1 т сланцевой смолы с 6 т сортового сланца. Из смолы получают: автомобильный бензин - 13-14 %; дизельное топливо - 23 %; лигроин - 7 %, остаток можно использовать как котельное топливо. По своим свойствам полученный продукт чище, чем тот же продукт, полученный из нефти.);

- **зона экзотермической реакции и образования пиролизных газов** (в режиме от 600 до 960° С) (ориентировочный состав газа: CO₂ - 20-18 %; H₂S - 0,7-2,4 %; CO - 14-16 %; CH₄ - 20-31 %; непредельные углеводороды - 5 %; H₂ - 38 %.);

- **зона превращения углеродного коксового остатка** с помощью кислорода в горючие газы (в режиме от 960 до 1300° С).

Реакционный канал граничит непосредственно с массой горючих сланцев, подлежащей газификации, что приводит к термоподготовке пласта по всей длине канала. Это одно из достоинств подземной газификации. Если он становится слишком большим относительно протяженности сбоек, то это приводит к нарушению условий равновесия и таким образом к ухудшению качества конечных газов.

Термическая составляющая баланса процессов в подземном газогенераторе оказывает существенную роль на качество получаемого газа. Полученные данные при подземной газификации угля, особенно в части закономерностей термодинамических процессов, с небольшой поправкой на объемные показатели, можно применить для горючих сланцев.

Одним из недостатков газификации является тот факт, что в процессе пиролиза образуется кокс в виде пыли, оседающей на стенках трубопровода и печи, последующее сгорание которой приводит к повышенной коррозионности металла. Отсутствие в подземном газогенераторе металлических изделий устраняет этот недостаток.

При газификации тонких пластов глубокого залегания суточный выход конечного газа и размер выгазованного участка пропорциональны количеству нагнетаемого газа (воздушной смеси), продолжительность периода газификации пропорциональна длине сбоек и мощности пласта (скорость в зоне

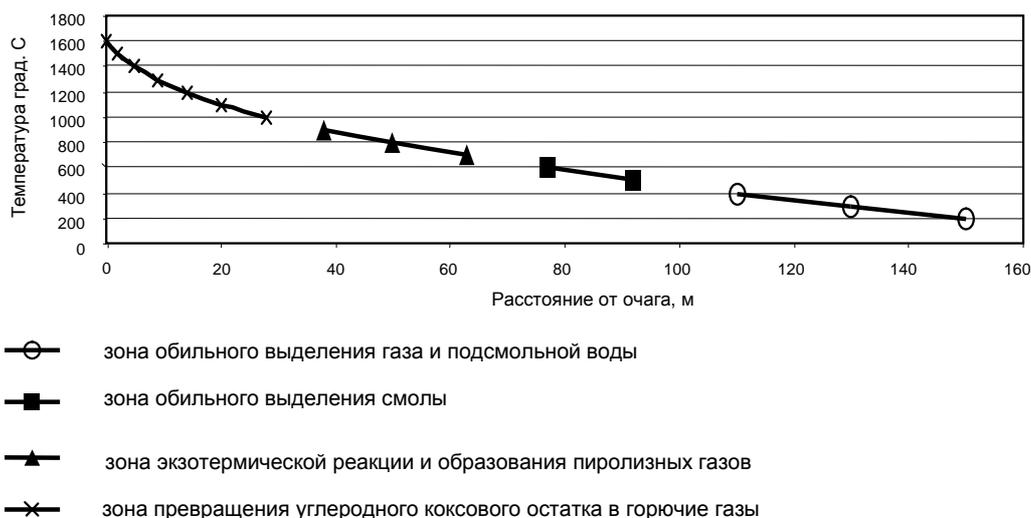


Рис. 1. Процессы газообразования в подземном газогенераторе

превращения углеродного коксового остатка в горючие газы составит порядка 0,4-1,0 м²/ч).

При практикуемой длине сбоек на угле (20-30 м) продолжительность периода газификации настолько мала (30-60 ч).

По мере выгазовывания углеродной массы в сланцах образуются пустоты, границы которых подвержены комплексным напряжениям, вызываемым гравитационными, тектоническими и термическими нагрузками. По мере накопления пустот и напряжений вокруг них происходит процесс самообрушения сланцев, что, в конечном счете, способствует повышению объемов перерабатываемого сланца и его проницаемости.

В результате подземной газификации горючих сланцев получим конденсат, из которого можно выделить жидкий продукт и энергетический газ. При допущении, что энергетический газ получаем только из твердой органической массы, составляющей от 17 % до 28 % массы горючих сланцев, объем получаемого газа составит 0,7-0,4 м³/кг с калорийностью 980-1500 ккал/м³ (опыты показали, что при нагревании горючего сланца до температуры 800°С выделяется до 1500 л энергетического газа с 1 кг органической массы, тогда как из угля выделяется всего 500 л. Полное сжигание угля дает от 2500 л до 3500 л газа с 1кг). В этом случае себестоимость добычи 1000 м³ газа, при расположении пласта мощностью около 4 м на глубине не более 250 м ниже уровня земли, составит 10,9-12,1 долл. США, или 0,25-0,32 долл. США/ТЕРМА.

При ПГУ горючего сланца получаем попутно жидкий продукт – смолу с калорийностью 9400 ккал/кг. Объем составит 9,4 % от массы горючих сланцев. На 1000 м³ газа получим около 94 кг жидкой фракции с суммарной калорийностью 883600 ккал или 38 ТЕРМА. Таким образом, расходы на добычу 1 ТЕРМА составят 0,14-0,18 долл. США.

Предварительные расчеты показывают эффективность добычи энергоресурсов.

Смолу и газ необходимо рассматривать как химическое вещество, требующее дальнейшей переработки с получением синтеза продуктов: бензина, масла, смолы, энергетического газа, а также получение металлов (As, Bi, Cd, Ga, Ge, Se, Sb, Te, Tl, Zn, Pb) путем извлечения из жидкой фракции (конденсат газа).

В процессе выжигания (зона превращения углеродного коксового остатка с помощью кислорода в горючие газы) углеродной массы в горючих сланцах при температуре свыше 800°С металлы переходят в газ, большинство из которых конденсируются при температуре ниже 200°С.

В настоящее время в практике ПГУ получают газ, используемый преимущественно в энергетике. Между тем в перспективе следует считать, что подземные газогенераторы могут явиться серьезным источником получения газов, пригодных для химических синтезов на их базе (спиртов, аммиака, жидкого топлива и т.д.).

Положительный опыт получения технологического газа из подмосковных и ангренских бурых углей в природных условиях на опытных и промышленных участках показал возможность осуществления этого процесса.

На обогащенном кислородном дутье (O₂ около 65 %) с добавлением пара в количестве 300-400 г/м³ был получен технологический газ, пригодный для синтеза химических продуктов. Примерный его состав следующий (об. %): H₂S - 2,9; CO₂ - 28,4; C_nH_m - 0,2; CO - 15,6; H₂ - 35; CH₄ - 15,7; N₂ - 15,7; Q- 7,33 МДж/м³. Низшая теплота сгорания газа после очистки от сероводорода и углекислоты составит: 9,63 МДж/м³. Процесс газификации во времени протекал устойчиво.

Сочетание многолетнего опыта ПГУ с лабораторными исследованиями горючих сланцев выпол-

ненных многими исследователями [5-9] дают теоретическую основу возможности разработки горючих сланцев методом подземной газификации и получения химических синтезов.

При разработке горючих сланцев, задачей подземной газификации ставится не только получение экономически целесообразного промышленного энергетического газа, но и подготовка месторождения для подземного выщелачивания. В отличие от традиционных затрат на подготовку месторождения, мы можем получить дополнительное сырье для использования в народном хозяйстве и снизить эксплуатационные затраты на подготовку месторождения для подземного выщелачивания. Достигается это путем использования существующих скважин, используемых при подземной газификации, для подземного выщелачивания. Подземное выщелачивание обеспечит добычу урана, металлов платиновой группы редкоземельных элементов. При этом, учитывая данные [7], эксплуатационные затраты добычи урана могут составить (при глубине разработки 150 м) от 37 до 60 долл. США/кг (опыт в Республике Узбекистан показал себестоимость добычи 10,7 долл. США/кг).

Использование готовых скважин снижает себестоимость подземного выщелачивания путем уменьшения удельных затрат на буровые работы на 5,6-8 долл. США/кг.

В таблице элементного содержания золы горючих сланцев месторождений Сангрунтау и Восточной Каракаты Республики Узбекистан приведены данные, в соответствии с которыми видно, что некоторые элементы имеют весьма высокое содержание (W; Sr; Zr; Mo и др.) [6] (табл. 1).

Одним из показателей, влияющих на эффективность процесса подземного выщелачивания, является реагентоемкость руд и вовлекаемых в процесс

выщелачивания безрудных пород.

Например, условия отработки урановых руд считаются весьма благоприятными, если удельный расход реагента на единицу массы обрабатываемых пород не превышает 1 %; благоприятными – 1-2 %; мало благоприятными 2-3 % и неблагоприятными – превышает 3 %.

Неблагоприятные условия определяются в первую очередь присутствием легкорастворимых минералов, среди которых первое место занимает CaCO₃. При его содержании свыше 3-5 % процесс становится не рентабельным в связи с большим расходом растворителя.

Анализ золы горючих сланцев показал содержание CaO от 12 до 23 % и MgO от 2 до 3 %. Это отрицательный показатель. Однако не решающий.

Содержание металлов приурочено к углеродосодержащей массе, которая в сланце занимает от 15 до 35 %, а содержание CaO к минеральной части пород. При выгазовывании углеродосодержащая масса извлекается вместе с газом, при этом на контакте минерально-углеродной массы остается рыхлый спек, в котором присутствуют все металлы, предназначенные для добычи. Это является положительным фактором для применения подземного выщелачивания, так как раствор в первую очередь реагирует с поверхностными элементами, покрывающими стенки пор («каналов»). Минеральный состав сланца в незначительной степени будет участвовать в химической реакции, не более 5 %. В таком случае содержание неблагоприятных примесей (CaO и MgO), участвующих в процессе подземного выщелачивания, снизится до допустимых пределов, не более 1 %.

Образование пор увеличивает фильтрационные свойства рудной зоны, по сравнению с нерудной, до благоприятных соотношений: выше 1:1. Более того,

в нашем случае этот показатель может возрасти до 1:10, за счет увеличения удельной поверхности макро- и микропор до величины не менее 100-500 м²/гр (показатель для активного кокса). Получены опытные данные [9], подтверждающие повышение проницаемости горючих сланцев, подвергнутых термической обработке (табл. 2).

Практика подземного выщелачивания показывает большую растворимость окислов металла. Однако, в нашем случае необходимо дополнительно изучить химический процесс, которому подвергаются металлы в режиме превращения углеродного коксового остатка с помощью кислорода в горючие газы (при температурах от 960 до 1300 °С), и как он влияет на

Таблица 1

Элементное содержание золы горючих сланцев месторождений Сангрунтау и Восточной Каракаты Республики Узбекистан

Элемент	Содержание	Элемент	Содержание
Mq	1-2%	Te	170-685 г/т
Al	3%	Ce	73-230 г/т
P	0,4 % (до 40 кг/т)	Sm	50 -160 г/т
Sc	5,6 г/т	Fe	1-2% (37 кг/т)
V	0,1-0,2% (9000- 1670 г/т)	Mn	0,006% (600 г/т)
Cr	0,01% (200-420 г/т)	Co	20-71 г/т
Ni	300 г/т	Cu	0,05 % (300 - 400 г/т)
Zn	0,01% (215-225г/т)	W	130 -300 г/т
Zr	2660 г/т	Ti	0,1% (1-5 кг/т)
Se	0,002% (10- 100 г/т)	Re	0,3 - 0,8 г/т
Mo	0,04-0,075% (400 - 750 г/т)	Sr	2360 г/т
U	16 - 85 г/т	Pl	10 -15 г/т

растворимость металла в условиях подземного выщелачивания.

Практика применения подземного выщелачивания урана из руд определила нижний предел содержания 0,01-0,02 %. В металлоносных горючих сланцах он находится именно в этом пределе. При «обогащении» горючих сланцев способом подземной газификации содержание повышается: из расчета на общую массу породы до 0,028; из расчета на единицу поверхности обрабатываемой раствором до 1-2 %.

Предположив положительный результат применимости подземного выщелачивания при годовой отработке 1 млн т горючего сланца можно получить:

- энергетический газ, калорийностью не ниже 960 ккал/м³, в объеме 0,7 млрд м³ и нефтепродуктов в объеме 163 тыс. т;

- при этом объем подготовленной золы к отработке, при зольности 70 %, составит 750 тыс. т. При меньшей зольности и большем составе ОВ в горючих сланцах показатели будут выше. С коэффициентом извлечения при выщелачивании 0,75 % и потерях до 30 % объем добычи металлов может составить: Sr = 1240 т; Те = 206 т; V = 300 т; Мо = 310 т, U = 24-45 т и т.д.

Годовой доход предприятия, производительно-

Температура нагрева сланца	Проницаемость газа по напластованию	Проницаемость газа в крест напластования
До 20°С	0,3-0,7	0,7-0,9
400°С	3790-19800	44000-95000
600°С	72000	208000-393000

стью по комплексной отработке горючих сланцев в 1 млн т, может быть оценен в сумму 50 млн долл. США.

Все эти данные, конечно, требуют уточнения, так как возможен выход металлов вместе с газом, возможны такие химические соединения, которые не позволят извлечь металлы выщелачиванием, могут быть сложные гидрогеологические условия, которые не позволят применять подземное выщелачивание.

Но, не смотря на многие нерешенные вопросы, которые могут проявиться при разработке конкретного месторождения, считаем перспективным направление – комплексная разработка горючих сланцев способами подземной газификации с последующим подземным выщелачиванием.

Список литературы:

1. Рудина М., Серебрянникова Н.Д. «Справочник сланце-переработчика», Ленинград, изд-во «Химия», 1988.
2. Зеленин Н.И., Озеров И.М. «Справочника по горючим сланцам», изд-во «Недра», 1983.
3. Гринберг И.В., Стрельковская А., Панькова Т.В. «К исследованию пиролиза Карпатских менилитовых сланцев», Журнал «Химия твердого топлива», №3, 1977., изд-во «Наука», Москва, с. 67-76.
4. Бродский Е.Н. «Связь плотности сланцев с их ограничительными и минеральными компонентами». Журнал «Химия твердого топлива», №3, 1977, изд-во «Наука», Москва, с. 103-107.
5. Соо К.М., Серебрянникова Н.Д., Горючие сланцы, №10, 1979, с. 12-16
6. Прохоренко А., Лузановский А., Артемова Н.М. «Металлоносные горючие сланцы Республики Узбекистан», Ташкент, изд-во «ФАН» АНРУз, 1999, с. 153.
7. Луценко И.К., Белецкий В.И., Давыдов Л. «Бесшахтная разработка рудных месторождений», Москва, «Недра», 1986.
8. Шпирт М.Я., журнал «Химия твердого топлива» №6, 2004. с. 81 «Формы соединения микроэлементов и их превращения при переработке твердых полезных ископаемых»
9. Питин Р.Н., «О газопроницаемости горючих сланцев-кукерситов», Труды ИГИ АН СССР, выпуск VII, 1957.

ВРЕМЕННЫЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ КРЕПИ, КАК ГАРАНТИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НАХОЖДЕНИЯ ЛЮДЕЙ В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

Лобанов В.С., начальник НИЛ ГР института «O'zGEOTEKHLITI»; **Рахимджанов А.А.**, зам. главного инженера проектов института «O'zGEOTEKHLITI»; **Оруджов У.С.**, зам. технического директора ОАО «Алмалыкский ГМК»; **Кудинов А.А.**, инженер НИЛ ГР института «O'zGEOTEKHLITI», магистр; **Киселенко А.С.**, ведущий инженер НИЛ ГР института «O'zGEOTEKHLITI»

При ведении горно-проходческих работ большое количество несчастных случаев происходит в результате обрушения породы из бортов и кровли выработок. Причиной случаев травматизма является чаще всего ведение работ в незакрепленной зоне,

наличие заколов, отсутствие оборки, неправильные приемы работ и т.д. Как показывают исследования, основная масса заколов образуется в непосредственной близости от плоскости проходческого забоя. По мере удаления от нее интенсивность образова-

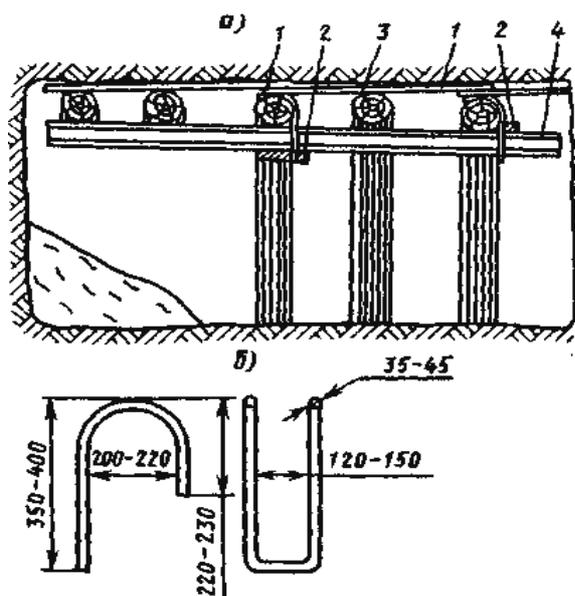


Рис. 1. Выдвижная временная предохранительная консольная крепь:

а) общий вид крепи: 1-подвесные скобы; 2-клинья; 3-затяжка; 4-двухтавровая балка; б) конструкция подвесной скобы

ния заколов снижается, это происходит в результате перераспределения со временем напряжений на контуре пройденной выработки и образования устойчивого равновесия. В общем наблюдается тенденция к монотонному снижению интенсивности процесса образования заколов по мере удаления от плоскости проходческого забоя и увеличения продолжительности эксплуатации выработки. Наиболее опасными по травматизму являются призабойные участки выработок в период их проведения в первые 4-6 суток после обнажения пород. Для обеспечения безопасности труда высокоэффективным средством защиты рабочих забойной группы от обрушивающихся с кровли выработки кусков горной породы является временная предохранительная крепь с отставанием от плоскости забоя не более 1 метра. В связи с этим разрабатываются различные средства и способы обеспечения безопасности нахождения людей в призабойной зоне. По основному принципу, реализующему задачу обеспечения безопасности людей, временные предохранительные крепи разделяются на три основных типа: ограждающие, поддерживающие и укрепляющие.

Используемые в настоящее время на горных предприятиях временные крепи зачастую представляют из себя громоздкие, сложные в изготовлении и трудоемкие в монтаже и эксплуатации конструкции. Исходя из опыта применения предохранительных (временных) крепей, они должны отвечать следующим требованиям:

- быть передвижными, подъем элементов крепи производится один раз за весь период проходки выработки, элементы временной крепи по возмож-

ности следует унифицировать с элементами постоянной крепи с целью их взаимозаменяемости;

- узлы предохранительной крепи должны иметь относительно небольшую массу, чтобы их монтаж и передвижка не были трудоемкими;

- на временной и постоянной крепях следует использовать одну и ту же затяжку, то есть затяжка на временной крепи после ее передвижки должна оставаться на постоянной крепи.

Временная крепь должна быть пригодной для использования на всех операциях проходческого цикла (бурение, зарядание, взрывание, уборка, крепление) при проведении выработок в слабых трещиноватых породах.

Ниже рассмотрены конструкции крепей отвечающих в той или иной степени перечисленным требованиям.

Наиболее широкое распространение получили выдвижные консольные и щитовые крепи (рис.1) не только среди ограждающего типа крепей, но и среди временных предохранительных крепей в целом.

Прогоны в этих крепях обычно изготавливают из рельсов или двухтавровых балок длиной 6-8 м. Реже в качестве прогонов применяют трубы. Часто в этой конструкции для настила используют элементы постоянной крепи (верхняки, затяжки), еще

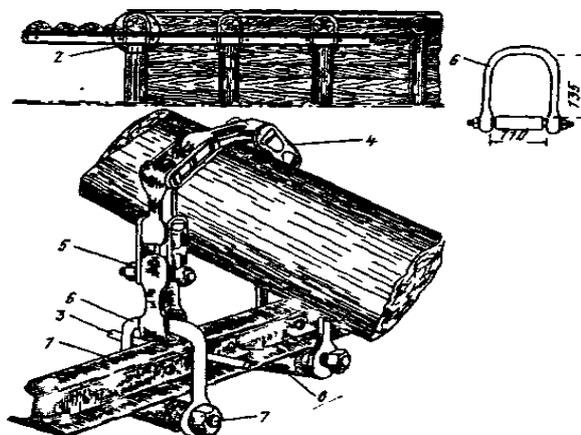


Рис. 2. Временная передовая крепь

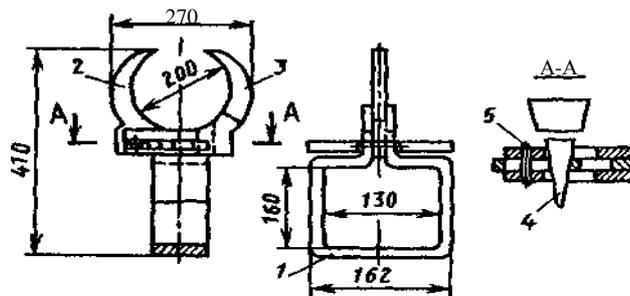


Рис. 3. Захват конструкции ЦНИГРИ

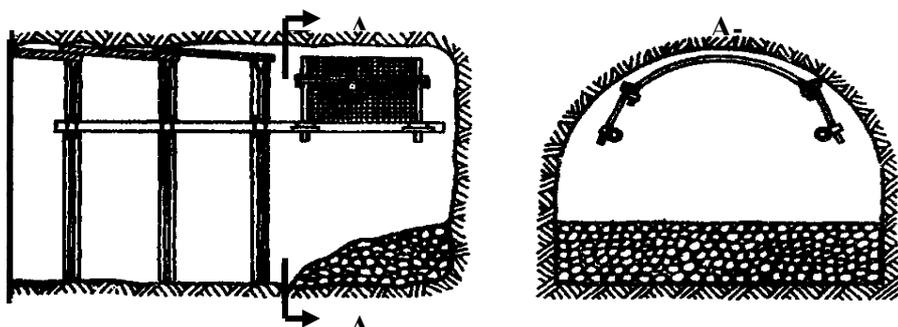


Рис. 4. Временная инвентарная крепь с панцирной сеткой

одним примером такой временной передовой крепи может служить конструкция (рис. 2), состоящая из двух рельс (1) типа Р-18 (или Р-24) длиной 4,5-5 м, шести подвесок (2) и стопорных штырей (3).

Каждый рельс подвешивают на трех подвесках. Подвеска состоит из отрезка цепи (4) от скребкового конвейера, предназначенного для обхвата верхняка, болта (5) для облегчения разборки и переноски подвески, двух поддерживающих (направляющих) серьг (6) и двух болтов (7) для поддержания рельса.

Две втулки (8) из отрезков трубы служат для облегчения передвижения рельса. В каждом рельсе просверлены три-четыре отверстия под стопорные штыри, предотвращающие сползание рельса.

Основное различие в конструкциях крепи этого типа состоит в конструктивном исполнении скоб и специальных соединений для их крепления к рамам постоянной крепи (рис. 3).

Наиболее слабым элементом крепи, показанной на рис.1 и 2, является деревянный настил. Расчет крепи должен вестись по этому элементу. Условие прочности для настила рассчитывается по формуле:

$$S_{\partial} = S_{cm} \cdot K_{\partial} \leq [S] \quad (1),$$

где S_{∂} - динамическое напряжение при ударе вывалившейся породы, Па ;

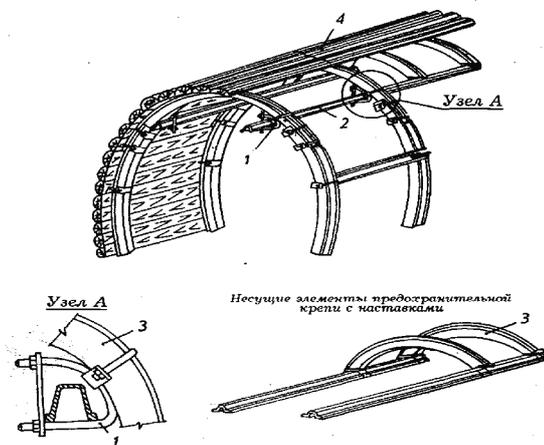


Рис. 5. Крепь ППКП-2Н

S_{cm} - статическое напряжение от массы вывала, Па;

K_{∂} - динамический коэффициент;

$[S]$ - допустимое напряжение материала, Па.

Динамический коэффициент при двухконсольной крепи с настилом достигает 6-8, масса вывалов, воспринимаемая такой крепью, не превышает 150-200 кг.

Перспективной является временная предохранительная крепь с панцирной сеткой (рис. 4).

Для проходки выработок в слабоустойчивом массиве с крупноблочной трещиноватостью (крепь с двумя несущими элементами) предлагается крепь ППКП-2Н (рис. 5), которая разработана для подтажных выработок, закрепленных металлической арочной крепью УПК-4,3 с расстоянием через 1 м. Форма крепи ППКП-2Н сводчатая. Крепь состоит из опорных, несущих и перекрывающих элементов. В качестве опорных элементов (1) применяют разъемные прямоугольные треугольники из круглой стали. Несущие элементы (2) выполнены из отрезков спецпрофиля СВП-17. Наставки арочного типа (дуги) с лапами (3) для укладки перекрывающего элемента выполнены из арок крепи УПК-17-4,3. Перекрывающими элементами (4) служит распил круглого леса. Дуги скрепляют с несущими элементами болтами и гайками.

Как показывает практика использования камерно-столбовой системы разработки, применяющейся в настоящее время при рудах и породах средней и ниже средней устойчивости, одним из важнейших условий является крепление кровли, которое должно вестись сразу вслед за продвижением забоя (с

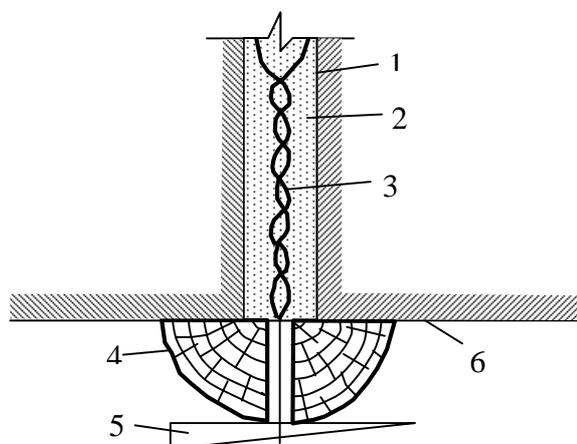


Рис. 6. Крепление кровли камер железобетонными штангами с подхватами:

1-шпур диаметром 38-42 мм; 2-песчано-цементный раствор; 3-проволока диаметром 8-10 мм; 4-подхват; 5-металлический клин; 6-кровля камеры блока.

отставанием 3-4 м). В этих условиях хорошо зарекомендовали себя такие виды крепи, как железобетонные и металлические штанги с подхватами (рис. 6). При установке железобетонных штанг вместо арматуры периодического профиля применяют проволоку диаметром 8-10 мм. Особенно эффективно такое крепление при наличии в кровле камер большого количества трещин и разломов. Этот вид крепи в большей мере способствует уменьшению отслоений и вывалов, чем крепление железобетон-

ными или металлическими штангами с опорными плитками. Предложенный вид крепи дает возможность обрабатывать даже участки рудных тел с наличием ложной кровли.

Опыт применения временных предохранительных крепей различных типов на рудниках, имеющих большие объемы проведения горизонтальных горных выработок, эффективен и исключает случаи травматизма горнорабочих в призабойном пространстве.

Список литературы:

1. Гиленко В.А., Федотов В.Н., Цветков В.К., «Способы и средства возведения временной крепи в подземных горизонтальных горных выработках». М, 1989.
2. Вольфсон П.М., Щербатюк Г.Я. и др. «Опыт применения новых конструкций выдвигных предохранительных крепей при проходке выработок» Горный журнал, 1997, №3, с. 27-30.
3. Хорошун В.И., Яковлев В.С., Полухин В.А., «Временная крепь горизонтальных горных выработок»; Экспресс-информ / ЦНИИУголь, ЦБНТИ Минуглепрома УССР, М, 1978.
4. Бычков В.С., Овсянников Г.Д., Круль Л.А. «Технические средства для обеспечения безопасности труда на подземных горно-разведочных работах». М, 1979, с. 18.

УДК (629.113.002.8:678); 622 (575.1)

© Кононюк В.И., Зеленцова О.В. 2006 г.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ГМЗ-3. КОНЦЕПЦИЯ ПЕРЕВОДА ХВОСТОХРАНИЛИЩА ИЗ НАЛИВНОГО ТИПА К СМЕШАННОМУ

Кононюк В.И., начальник гидротехнического отдела института «O'zGEOTEXLITI»; Зеленцова О.В., ведущий инженер гидротехнического отдела института «O'zGEOTEXLITI»

Хвостохранилища ГМЗ и ОФ являются конечной стадией современного технологического процесса переработки руд, одновременно являясь природоохранными объектами, призванными минимизировать отрицательное воздействие на окружающую среду. Использование современных методов складирования отходов производства в хвостохранилища позволяет наиболее эффективно и с наименьшими затратами формировать техногенные месторождения полезных ископаемых под будущие технологии извлечения.

Отсутствие точных методов прогнозирования физико-механических свойств намытых хвостов вынуждает проектировщиков с большой осторожностью подходить к выбору схемных и конструктивных решений. Стремление к более полному извлечению полезных компонентов из перерабатываемых на ГМЗ и ОФ руд приводит к тому, что отвальные хвосты приобретают все большую дисперсность, что в свою очередь порождает проблему экономичного и достаточно надежного складирования и хранения отходов переработки.

Известно, что наиболее экономичным типом хвостохранилища является намывное, затем следуют сооружения смешанного типа и, наконец, наиболее дорогостоящими являются наливные хвосто-

хранилища. К наливным относится и эксплуатируемое хвостохранилище ГМЗ-3. На основании исследований хвостового материала и опыта эксплуатации хвостовых хозяйств, эксплуатируемых НГМК, оказалось возможным поэтапно перейти на хвостохранилище ГМЗ-3 к сооружению смешанного типа, значительно сократив тем самым капитальные вложения в его реконструкцию.

1 История

В 80-е годы прошлого века были выполнены работы по поиску площадки для организации хвостохранилища ГМЗ-3. В результате этих работ была найдена площадка с очень благоприятными инженерно-геологическими условиями в 8 км на юго-восток от ГМЗ-3, в 25 км от г. Учкудук на равнине с пустынным микрорельефом и общим уклоном на юго-запад. По всей площади чаши под четвертичными и неоген-четвертичными отложениями мощностью от 3 м до 14 м простирается сплошной массив палеогеновых глин, являющихся региональным водоупором. Коэффициент фильтрации составляет 0,0036-0,0047 м/сут. Минимальная мощность глин на юге площадки хвостохранилища составляет 83 м, а кровля глин находится на практически достигаемой для строительной техники глубине. Грунтовые воды в четвертичных отложениях отсутствуют,

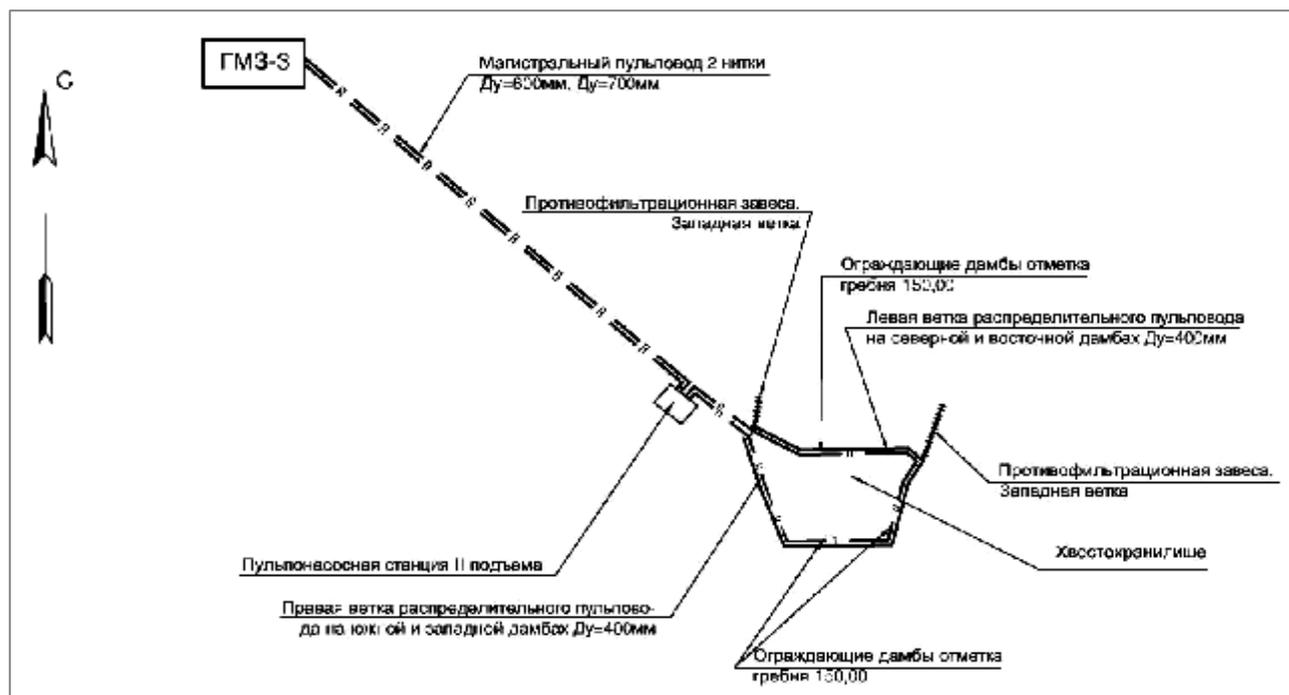


Рис. 1. Схематический план хвостового хозяйства

а водоносный горизонт находится ниже палеогеновых глин. Суровый климат Центральных Кызылкумов с инженерной точки зрения характеризуется значительным преобладанием испарения с водной поверхности над осадками - 1737 мм/год и 122 мм/год, соответственно, т. е. полезная испаряемость составляет 1615 мм/год.

Такие природные условия в значительной мере обусловили технические решения по складированию хвостов ГМЗ-3, реализуемые в настоящее время (рис. 1-5). Так плановые размеры хвостохранилища определились из условия создания площадей, соответствующих полному испарению хвостовых вод, с поддержанием в то же время поверхности хвостовых отложений в увлажненном состоянии. Основным элементом конструкции хвостохранилища явилась противофильтрационная завеса, прорезающая сильнофильтрующие поверхностные отложения и замыкающаяся на грунты водоупора, что обеспечивает замкнутый противофильтрационный контур по всей чаше хвостохранилища.

Хвостовое хозяйство ГМЗ-3 введено в эксплуатацию в 1995-1996 гг. в объеме пускового минимума. Проектная емкость пускового минимума была рассчитана на 5 лет эксплуатации, чему соответствовала высота дамб до 13,50 м с отметкой гребня 147,00 м.

Хвостовое хозяйство ГМЗ-3 (рис. 1) включает хвостохранилище и систему гидротранспорта хвостов. Чаша хвостохранилища площадью 7,65 км² образована путем строительства ограждающих дамб по ее периметру: восточной, западной и южной с противофильтрационным экраном на верх-

вом откосе и технологической (северной) без противофильтрационного экрана. Система гидротранспорта включает безнапорный магистральный пульповод от ГМЗ-3 до хвостохранилища, пульпонасосную станцию II подъема и распределительный пульповод на дамбах хвостохранилища.

В 1999-2001 гг. по ряду причин хвостовое хозяйство ГМЗ-3 оказалось в сложной ситуации. В 1999 г. объем остаточной емкости в хвостохранилище пускового минимума обеспечивал всего 1,5-2 года эксплуатации, а необходимый объем земляных работ по реконструкции хвостохранилища при традиционном способе наращивания ограждающих дамб составлял около 3 млн м³. Выполнение такого объема СМР в столь сжатые сроки оказалось нереальным. Остро встал вопрос об альтернативных вариантах реконструкции хвостохранилища, позволяющих продолжение его эксплуатации с одновременным выполнением работ по наращиванию емкости хвостохранилища. В связи с этим, была предложена новая концепция одновременной реконструкции и эксплуатации хвостохранилища, позволяющая значительно снизить необходимую интенсивность строительно-монтажных работ и капитальные затраты на реконструкцию по сравнению с традиционным способом наращивания емкости хвостохранилища наливного типа.

2 Новая концепция реконструкции хвостохранилища

Традиционным способом наращивания ограждающих дамб хвостохранилища наливного типа для увеличения его емкости является увеличение их высоты путем строительства дамбы последующего

яруса с низового откоса предыдущего. При этом гребень дамб предыдущего яруса, где расположен распределительный пульповод, не засыпается, что обеспечивает возможность одновременного наращивания дамб и заполнения хвостохранилища по всему его периметру одновременно со строительством. Именно, такое решение предусматривалось институтом в проекте I очереди строительства до отм. 152,50 м (рис. 2).

При разработке новой концепции реконструкции хвостового хозяйства ГМЗ-3 были учтены следующие местные особенности и обстоятельства:

- во-первых, в результате проводимых на хвостохранилище исследований было установлено, что хвосты укладываются с большей плотностью, чем предусматривалось в проекте, и было предложено ограничить объемы прироста емкости хвостохранилища I очереди 5 годами эксплуатации, для чего требовалось нарастить дамбы только до отм. 150,00 м;

- во-вторых, на основании анализа особенностей геологического строения площадки было предложено уменьшить объемы земляных работ по противофильтрационной завесе. Это оказалось возможным при заполнении его до отметки 149,00 м, т. к. кровля водоупорных палеогеновых глин в северном направлении поднимается практически параллельно рельефу поверхности земли.

Снижение отметки гребня ограждающих дамб и сокращение длины противофильтрационной завесы обеспечило уменьшение объема земляных работ на 1845 тыс. м³ и объема капвложений в ценах 1991 г. на 6235 тыс. сум. Однако объем земляных работ в количестве 1504,1 тыс. м³ оставался достаточно значительным в связи с ограниченными сроками строительства.

В связи с этим, были рассмотрены альтернативные варианты наращивания ограждающих дамб для реконструкции хвостохранилища: на хвостовых отложениях; на гребне дамб пускового минимума.

Аналогом для разработки конструкции дамб при возведении на хвостах послужила конструкция,

разработанная и с успехом применяемая при реконструкции хвостохранилищ ГМЗ-2, где дамбы выполняются поярусно, по мере укладки хвостов, и каждый ярус дамб обеспечивает их укладку на высоту 3 м.

Применительно к хвостохранилищу ГМЗ-3 для защиты от фильтрации по основанию дамбы и на верховом откосе намечалось устройство противофильтрационного экрана из глины, сопрягающегося с экраном на дамбе пускового минимума (рис. 3). Ожидалось, что консолидация хвостов и набор ими прочности в хвостохранилище ГМЗ-3 будет происходить так же, как в хвостохранилище ГМЗ-2, где через 3-6 месяцев после укладки проход строительной техники для возведения следующего яруса дамб возможен непосредственно по хвостовым отложениям. Однако, выполненные исследования такой прогноз не подтвердили. Было установлено, что водоотдача хвостов ГМЗ-3 происходит значительно медленнее: через 3-6 месяцев они находятся в текучем или пластичном состоянии. Уровень подземных вод находится на глубине 0,5 м, в то время как на хвостохранилище 2 ГМЗ-2 – на глубине 5 и более метров. По прочностным показателям в настоящее время проезд строительной техники по хвостовым отложениям невозможен. По-видимому, эти отличия хвостов ГМЗ-2 и ГМЗ-3 объясняются тем, что по грунтовой классификации первые относятся к супесям, а вторые к суглинкам. Таким образом, в настоящее время хвосты ГМЗ-3 не могут служить основанием для строительства дамб.

Однако такая возможность с ростом толщины намывных хвостов не исключается в дальнейшем. Исследованиями, проведенными в 2004-2005 гг., установлено, что в поверхностных слоях хвостовых отложений придамбовой зоны за последнее время плотность скелета хвостов увеличилась до 1,515 т/м³ против 1,35 т/м³ в начале эксплуатации. Это было достигнуто путем совершенствования технологии укладки хвостов тонкими слоями (не более 30 см) с формированием длинных пологих пляжей с уклонами поверхности 0,003-0,005 равномерно по

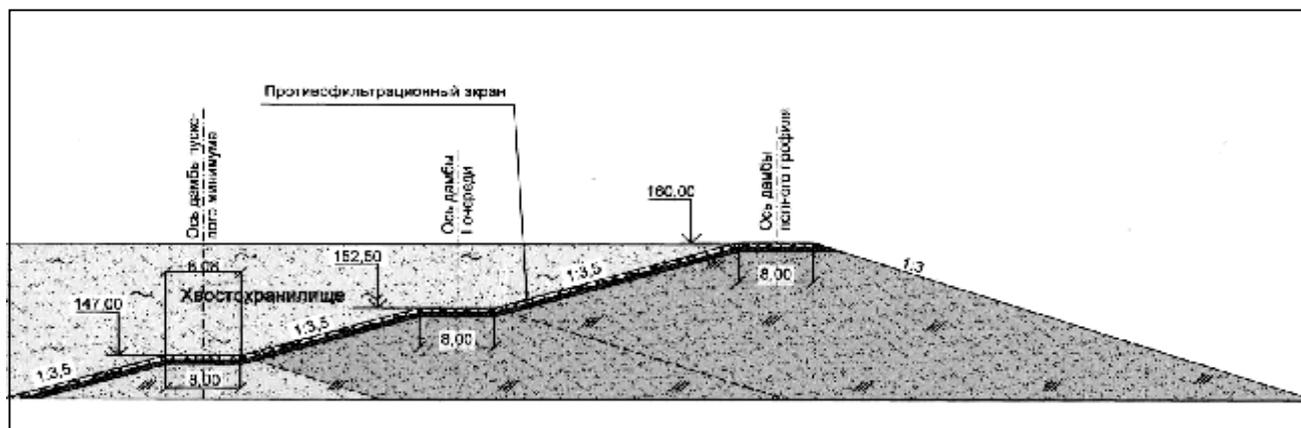


Рис. 2. Конструкция ограждающих дамб

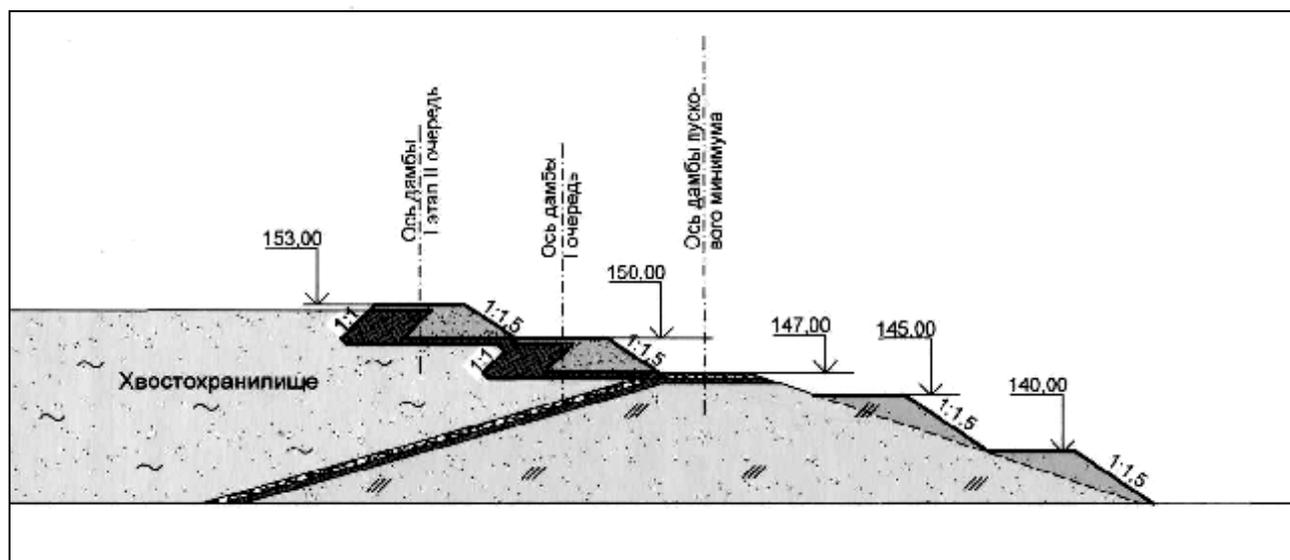


Рис. 3. Конструкция ограждающих дамб. Вариант строительства на хвостовых отложениях

всей площади чаши хвостохранилища. Расчетное сопротивление грунтов хвостовых отложений в районе выпусков колеблется от 132,2 кПа до 187,0 кПа и увеличивается с глубиной. Влажность хвостовых отложений до глубины 1,5 м сначала увеличивается, а затем начинает снижаться, что свидетельствует о начале процесса консолидации отложений в условиях действующего хвостохранилища. Это обстоятельство дает возможность прогнозировать увеличение прочностных характеристик хвостов по мере роста их толщины в придамбовой зоне и, в дальнейшем, реализовать в полном объеме концепцию перевода хвостохранилища ГМЗ-3 из наливного типа в смешанный путем строительства ограждающих дамб непосредственно на хвостовых отложениях.

Для решения этого вопроса необходимо проведение специальных исследований, дальнейшая от-

работка технологии укладки хвостов, обеспечивающей ускоренную водоотдачу, консолидацию и набор прочности. Поэтому был принят альтернативный вариант наращивания дамб на гребне дамб пускового минимума (рис. 4).

Снижение объемов земляных работ в принятом варианте еще на 500 тыс. м³ обеспечивалось благодаря эффективному использованию насыпи дамб пускового минимума и переход на укладку экрана на верховом откосе горизонтальными слоями, что позволило перейти к более крутым заложениям откосов. Некоторым недостатком предложенной конструкции явилась необходимость соблюдения определенной последовательности выполнения наращивания дамб и укладки хвостов: выполнение хвостохранилища по участкам в увязке со строительными работами. По участкам должен был происходить и ввод дополнительных емкостей хвостохранилища.

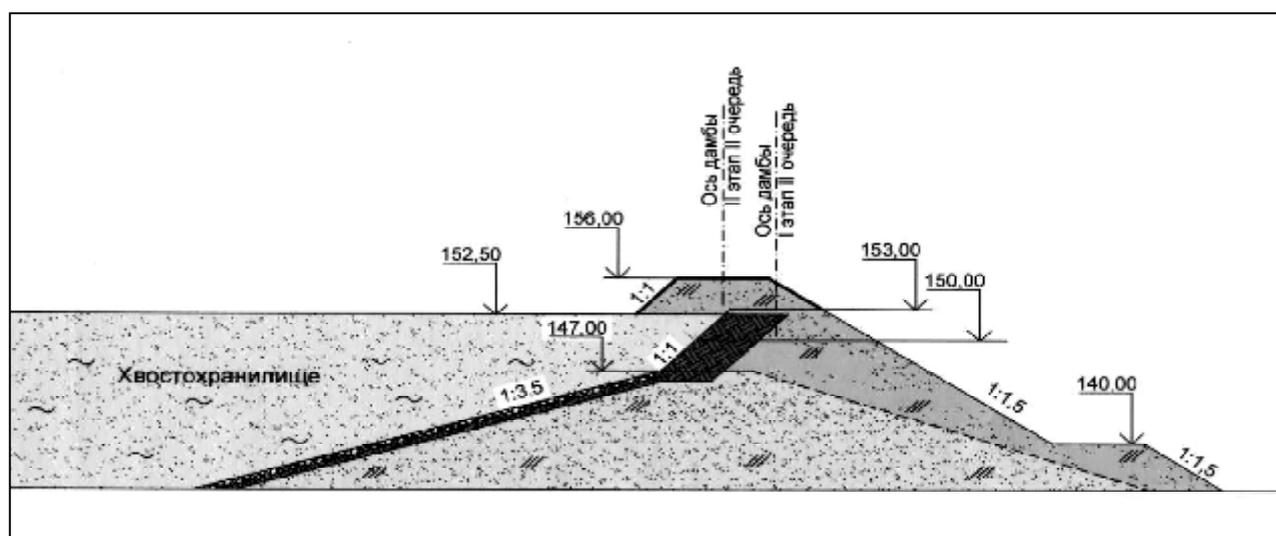


Рис. 4. Принятый вариант конструкции ограждающих дамб

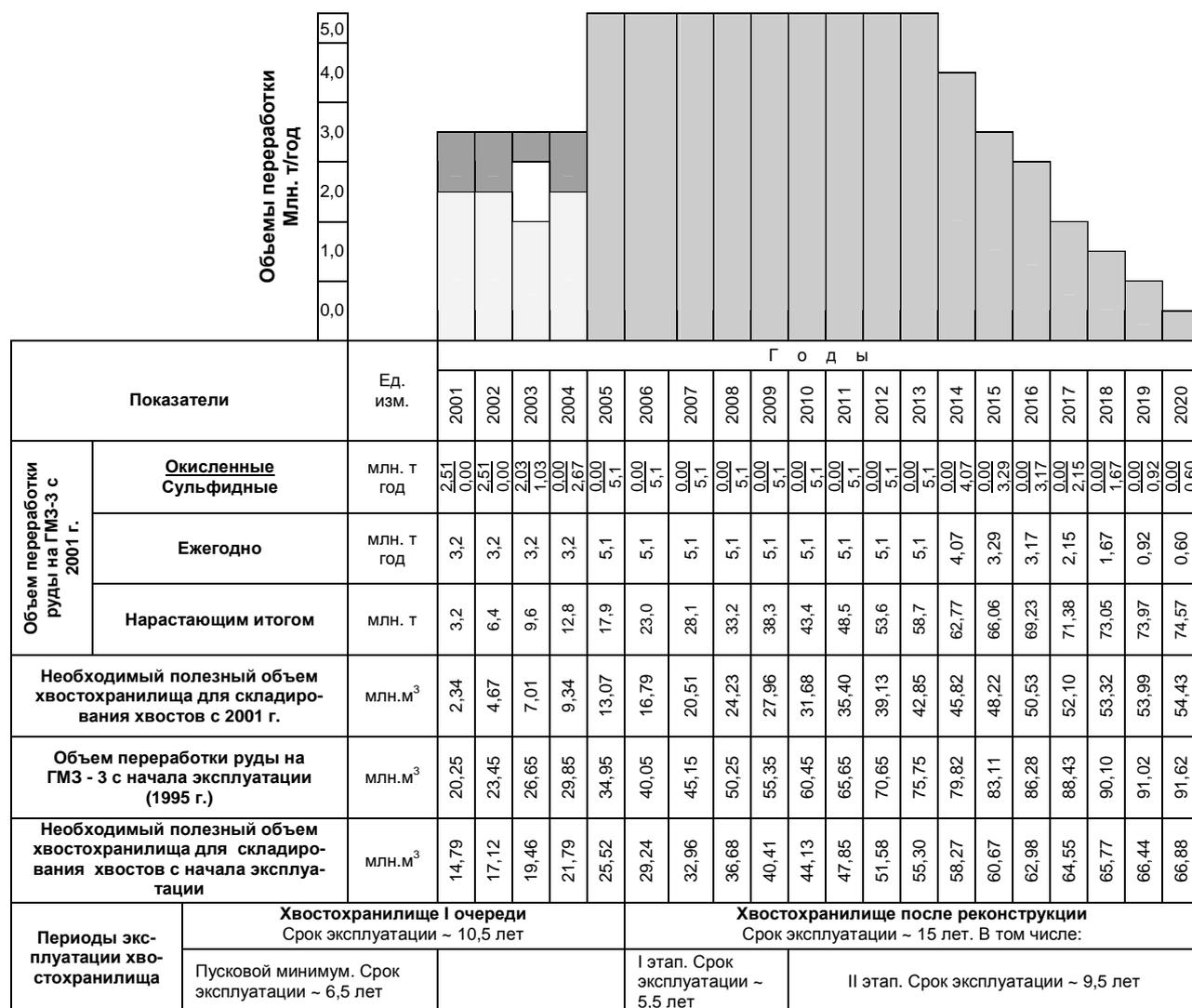


Рис. 5. Результаты расчета необходимой полезной емкости хвостохранилища под производственную программу ГМЗ-3

В связи с вышеизложенным, при реконструкции хвостохранилища с наращиванием на гребне существующих ограждающих дамб было принято решение о разделении последних на два участка: участок 1 – технологическая и восточная дамбы; участок 2 – западная и южная дамбы.

Такое решение дало возможность одновременно на одном участке выполнять реконструкцию, а на другом – складирование хвостов, затем - наоборот. Указанные решения были реализованы в натуре и позволили эксплуатировать хвостохранилище с минимальными затратами, максимально используя имеющиеся свободные емкости хвостохранилища. Как указано выше, изменение гранулометрического и минералогического состава складировемых хвостов при вовлечении в переработку руд других месторождений и соответствующая технология их укладки, разработанная в проектах организации складирования хвостов, привели к тому, что плот-

ность укладки хвостов в хвостохранилище увеличилась. Это дало возможность более эффективно использовать имеющиеся емкости хвостохранилища, продлить в конечном итоге сроки его эксплуатации и получить дополнительный резерв по времени на проведение его реконструкции.

В настоящее время емкость хвостохранилища пускового минимума полностью исчерпана, и ограждающие дамбы возведены до отметки 150,00 м.

3 Перспективы

В настоящее время реконструкция хвостохранилища до отм. 150,00 м завершена и начаты работы по первому этапу II очереди реконструкции до отм. 153,00 м, которая позволит эксплуатировать хвостохранилище в течение 5,5 -6 лет при переходе ГМЗ-3 на производственную программу с вовлечением в отработку сульфидных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау. На рис. 5 приведены результаты расчета необходимой полезной емкости хво-

стохранилища под производственную программу ГМЗ-3 до 2020 г. При площади хвостохранилища 765 га требуемая полезная дополнительная емкость для укладки хвостов на весь период отработки месторождений Кокпатав и Даугызтау составит 42,0 млн м³, что обеспечивается наращиванием ограждающих дамб до отм. 156,00 м. Максимальная высота дамб достигнет 25 м, а нагруженность хвостохранилища составит 12,0 т/м².

Наращивание ограждающих дамб будет выполняться в два этапа. На первом этапе ограждающие дамбы до отм. 153,00 м будут возведены со стороны низового откоса, что даст возможность нарастить противофильтрационный экран. На втором этапе будет реализована концепция перехода хвостохранилища ГМЗ-3 от хвостохранилища наливного типа к смешанному, когда ограждающие дамбы будут возведены до отм. 156,00 м непосредственно на хвостовых отложениях. Наращивания противофильтрационного экрана на втором этапе не требуется, так как максимальный горизонт воды в прудке на конец эксплуатации не превысит отметки 152,50 м.

На гребне дамб каждого яруса будет проложен распределительный пульповод $D_v=500$ мм на лежневых опорах с выпусками $D_v=300$ мм через 150 метров. Для обеспечения реконструкции хвостохранилища без прекращения приема в него хвостов с ГМЗ-3 будет реализован принцип разделения хвостохранилища на два участка с двумя независимыми ветками распределительного пульповода: левой – на северной и восточной дамбах длиной 6,6 км и правой – на западной и южной дамбах длиной 5,9 км. Это даст возможность, выполняя реконструкцию на одном участке хвостохранилища, одновременно укладывать хвосты на другом, а затем наоборот.

Еще одной проблемой хвостового хозяйства ГМЗ-3 является необходимость реконструкции существующей системы гидротранспорта для повышения ее надежности, снижения эксплуатационных затрат и капитальных вложений. Это может быть достигнуто путем перехода магистральных пульповодов в напорный режим работы с подачей пульпы в хвостохранилище, минуя пульпонасосную станцию II подъема.

УДК 622.270

© Якубов С.И., Раимжанов Б.Р., Прокопцов И.С., Мухиддинов Д.Н. 2006 г.

КОНЦЕПЦИИ ПО ЭФФЕКТИВНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭНЕРГИИ ТОПЛИВА ПРИ ТЕХНОЛОГИИ «ЕРОСТИГАЗ»

Якубов С.И., доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика» ТашГТУ, канд. техн. наук; **Раимжанов Б.Р.**, профессор кафедры «Горное дело и горная электромеханика» АГМФ НГГИ, докт. техн. наук; **Прокопцов И.С.**, магистр энергетического факультета ТашГТУ; **Мухиддинов Д.Н.**, профессор кафедры «Промышленная теплоэнергетика» ТашГТУ, докт. техн. наук

Одним из перспективных нетрадиционных способов, прошедшим большую практическую проверку и имеющим значительный задел по научно-исследовательским работам, является технология подземной газификации угля (ПГУ) [1, 2].

В начале семидесятых годов в связи с широким распространением добычи природного высококалорийного газа, интерес к подземной газификации углей ослаб. Большое внимание уделялось другим способам сжигания топлива [3], а подземная газификация углей стала нерентабельной из-за низкой калорийности газа, высоких потерь и неэффективности сжигания газа в котельных.

Ангренская станция «Еростигаз» («Подземгаз») отрабатывает пологие пласты бурого угля мощностью до 15 м, залегающие на глубине 120-250 м (рис. 1). Средняя теплотворная способность вырабатываемого станцией генераторного газа составляет 3,36 мДж/м³. По сравнению с шахтной добычей угля производительность труда на Ангренской станции «Еростигаз» в 4-5 раза выше, а себестои-

мость находится на уровне открытого способа (в пересчете на 1 т.у.т).

При подземной газификации в процесс горения неизбежно вовлекаются углеродсодержащие породы в кровле и почве отрабатываемых пластов, а также неучтенные в балансовых запасах, содержащиеся во вмещающих породах, сжигание которых позволяет извлечь из недр дополнительное количество энергии.

Продолжительный опыт эксплуатации станции «Еростигаз» в Узбекистане выявил факторы, сдерживающие широкое применение ПГУ, а именно: низкий КПД химического и энергетического процессов, сложность управления процессом газификации; низкая теплотворная способность получаемого газа; не решен вопрос комплексной утилизации физического тела газа; высокая энергоемкость технологии; транспортировка газа на расстояние не более 20-30 км; загрязнение окружающей среды. Отмеченные недостатки определяют направление дальнейших научно-исследовательских работ, на-

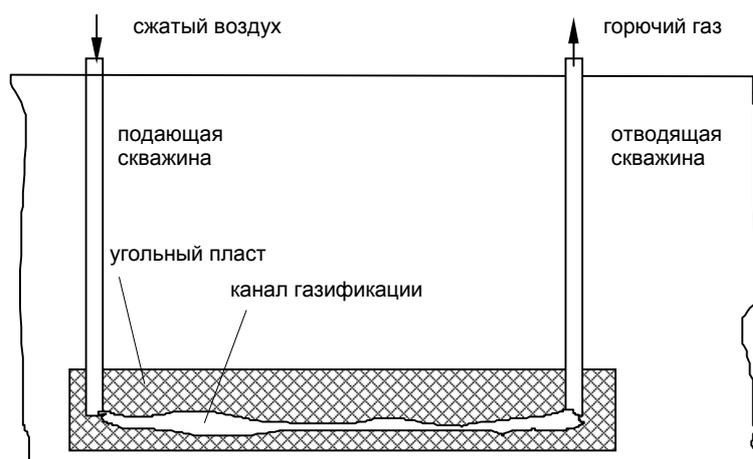


Рис. 1. Схема подземной газификации пологих угольных пластов на Ангренской станции «Еростигаз»

правленные на дальнейшее совершенствование ПГУ на новой технологической основе с использованием последних достижений горной науки, энергетической и химической индустрии с целью создания экологически чистого, экономически эффективного предприятия для производства электроэнергии, получения тепла и ценных химических продуктов. Данное предприятие можно квалифицировать как горно-энергохимическое, где технологическая схема включает подземную разработку угольных пластов, обработку газа на поверхности, получение электроэнергии на газо- и паротурбинных установках, синтез различных химических веществ [4].

По существующей технологии станции «Еростигаз» производится бурение скважин, сбойка скважин, прожигания пласта и газификация угольного пласта эксплуатационным давлением воздуха. Продукты газификации извлекаются с помощью газоотводящих скважин и направляются в магистральный газопровод вместе с попутными продуктами (водяными парами, фенолами, смолами, сероводородом, частицами золы и пород). При этом в газопроводе конденсируются пар, прилипают к стенкам труб различные компоненты смол и фенолов, осаждаются в застойных зонах частицы золы и пород. Кроме того, горючие газы с температурой 250-300 °С содержат большое количество физического тепла, которое полностью передается в атмосферу стенкой газопровода. Транспортируемый газ имеет негорючие компоненты более 60 % (в основном N₂, CO₂). Кроме этого дополнительно выделяется тепло при сжатии воздуха в компрессорных установках, температура которого достигает 130-140 °С.

Поверхностный комплекс при технологии ПГУ включает три условных узла: 1 - трубопроводы подачи сжатого воздуха в газифицируемый угольный пласт; 2 - головная часть газоотводящих скважин; 3 - сборные панели, сборные коллекторы, магистральный трубопровод, система очистки, трубопровод подачи газа в Ангренская ТЭС.

Принципиально на поверхностном комплексе условно можно выделить несколько теплоисточни-

ков. Так, теплоисточник В расположен в конце сборной панели; теплоисточник С расположен в сборном коллекторе перед присоединением к магистральному газопроводу; теплоисточник D расположен непосредственно в магистральном газопроводе. Кроме этого имеется теплоисточник Е, который расположен в начале трубопровода для подачи сжатого воздуха в газифицируемый угольный пласт. Необходимо отметить теплоисточник А, который находится в устьях газоотводящих скважин.

На рис. 2 приведена принципиальная схема расположения поверхностного комплекса и предполагаемые теплоисточники, в которых имеется промышленное извлечение полезной энергии для технологических и различных нужд.

Располагая одновременно несколькими теплоисточниками, можем оценить их энергетические и ресурсные потенциалы:

-теплоисточник А имеет высокий температурный потенциал, но располагает малым ресурсным потенциалом;

-теплоисточник В имеет невысокий температурный потенциал и располагает средним ресурсом;

-теплоисточник С имеет средний температурный и ресурсный потенциал;

-теплоисточники D и Е имеют низкие температурные и высокие ресурсные потенциалы.

Исходя из этого, для условий Ангренской станции «Еростигаз», с целью решения частных научно-технических задач, направленных на рациональное и эффективное использование энергии топлива и снижения себестоимости единицы вырабатываемой продукции, предлагаются следующие концепции:

1 Разделение твердых частиц, имеющих размер по диаметру более 10 микрон, с помощью сухих фильтров, например, пылеуловителем со встречно-закрученными, устанавливаемом на выходе из газоотводящих скважин.

2 Рециклинг горючих и вредных отходов процесса конденсации

Сбор и закачка в газифицируемый пласт вредных и горючих компонентов, образованных в результате конденсации (в основном фенольные соединения, ароматические, смолистые вещества и др.).

3 Выработка тепловой энергии

С целью использования этой теплоты в агропромышленном комплексе (тепличное хозяйство, откормочная база, птицефабрика и др.), для подогрева воздуха для подачи в шахту [5].

Тепловую энергию с невысокими параметрами можно получить:

а) утилизацией физического тепла горючих газов ПГУ в узлах А, В, С (рис. 1);

б) утилизацией тепла сжатия воздуха турбокомпрессорными установками.

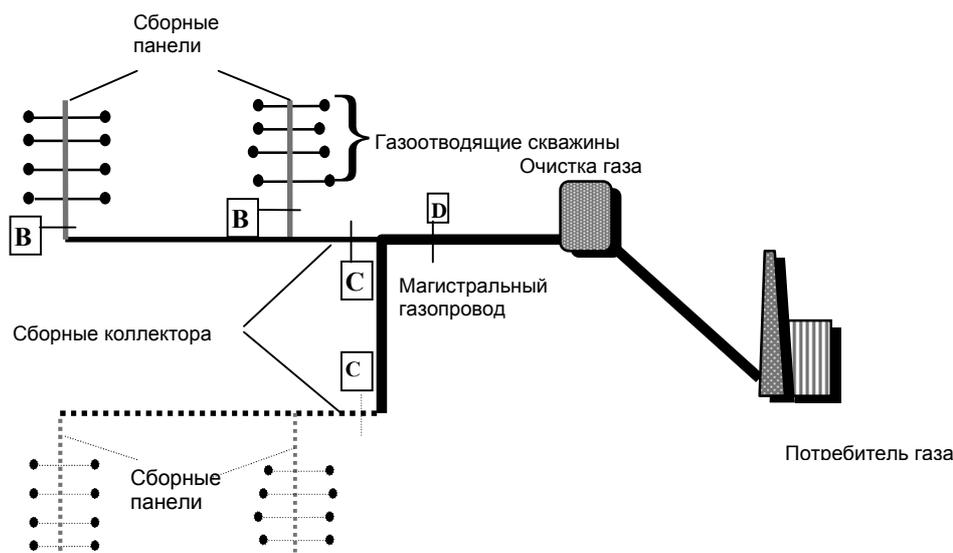


Рис. 2. Принципиальная схема расположения поверхностного комплекса и предполагаемые теплоисточники на Ангренской станции «Ерстигаз»

4 Выработка холода

В газифицируемый угольный пласт нагнетается воздух в больших количествах. Как известно, при повышенной температуре наружного воздуха (в районах Средней Азии до 40-45 °С) увеличивается объем единицы массы. В связи с этим увеличивается расход электрической энергии в турбокомпрессорных установках. Используя вторичные энергоресурсы (см. п. 3) для работы абсорбционных холодильных установок, снижаем температуру воздуха перед турбовоздуходувкой, тем самым достигаем уменьшения расхода электрической энергии.

5 Выработка технологического пара

Горючие газы ПГУ на выходе из газогенератора имеют температуру 250-300 °С. Используя теплоперепад горючих газов от 250-300 °С до 100-150 °С получаем технологический пар (с параметрами $t_0=150-200$ °С и $P_0=2-5$ атм), который вполне возможно закачивать в газифицируемый угольный пласт. Это приводит к повышению теплоты сгорания (калорийность) горючих газов ПГУ за счет уменьшения относительного содержания негорючего компонента азота.

Технологический пар можно получить в двух вариантах:

а) утилизацией физического тепла горючих газов

ПГУ (горючие газы предварительно очищаются и, проходя теплообменник, передают теплоту воде, в результате чего получаем пар, который направляется в газифицируемый пласт);

б) утилизацией физического тепла и конденсата горючих газов ПГУ (горючие газы после сепаратора поступают в конденсаторный бак. Оттуда вода, смолы и фенолы, проходя через теплообменник, в парообразном состоянии поступают в газифицируемый пласт).

Предлагаемый вариант отличается от предыдущего тем, что в

газифицируемый пласт, кроме водяного пара подаются пары фенола и смолы, которые, сгорая совместно, сопутствуют процессу газификации.

6 Использование паротурбинной установки

Используя теплоперепад горючих газов для получения водяного пара, можно получить электрическую энергию за счет установки низкотемпературных паровых турбин. Выработанную электрическую энергию можно использовать для собственных нужд и выдачи в энергосистему [6]. Такие паротурбинные установки широко используются в металлургии, химической промышленности и др. отраслях народного хозяйства.

7 Использование газотурбинных установок

Горючие газы ПГУ могут быть использованы для выработки электрической энергии в газотурбинных установках [6].

8 Использование технологии «Углегаз» [7]

Таким образом, располагая огромным потенциалом энергетического ресурса на станции «Ерстигаз», можно принять кардинальные меры по эффективному использованию энергии бурого угля, решить частные коммунальные и производственные проблемы народного хозяйства.

Список литературы:

1. Крейнин Е.В. Уголь как основное органическое топливо XXI века: экологические угольные технологии. // Уголь, 2003, № 3, с. 45-48.
2. Папафанасопуло Г.А. К вопросу о подземной газификации углей. / Новости теплоснабжения, 2005, № 7, с.32-34.
3. Чернецкая Е. В., Якубов С. И. Основные пути повышения эффективности сжигания твердого топлива// «Техника yulduzları». Ташкент, 2003, № 3, с. 48-53.
4. Мухиднов Д.Н., Шаисламов А.Ш., Якубов С.И. Перспективы использования угля в топливно-энергетическом балансе. //«Проблемы энерго- и ресурсосбережения», Ташкент, 2004, №1-2, с. 55-60.
5. Бугара М.И., Полтавец В.И., Язев А.С. О применении когенераторов на базе газификации органического топлива в технологических схемах подогрева воздуха, подаваемого в шахту.// Уголь -2004, № 6, с. 48-50.
6. Саламов А.А. Тепловые электростанции с газификацией топлива. //Теплоэнергетика, 2004, № 5, с. 75-77.
7. Раимжанов Б.Р., Якубов С.И. Использование отработавших подземных газогенераторов в качестве теплогенераторов // Горный Вестник Узбекистана № 3 (22), 2005, с. 33-34.

ВЫБОР РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ РЕНТГЕНРАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ РУД

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

В практике горного производства рентгенометрическая (РРМ) сортировка свинцово-цинковых руд используется для их разделения на технологические типы - по предрасположенности к используемым заводским технологиям извлечения полезных (рудных) компонентов и (или) на технологические сорта - по классам их содержания.

В специальной литературе по обогащению полиметаллических руд с помощью РРМ декларируется ряд следующих положений.

1. Однокомпонентные измерения (по одному элементу), например, цинку (или свинцу), не дают положительных результатов. Отвальная фракция в этом случае оказывается обогащенной вторым элементом, поскольку корреляция между свинцом и цинком отсутствует.

2. Рентгенометрические измерения рекомендуется проводить по способу спектральной разности и в качестве разделительного признака (РП) использовать интегральную скорость счета, регистрируемую от характеристического излучения создаваемого суммой всех полезных компонентов, т.к. чувствительность и надежность определения многих компонентов одновременно, по сравнению с однокомпонентными измерениями, всегда выше за счет большей вероятности обнаружения поверхностной рудной поли- или моноэлементной минерализации в куске, особенно при гетерогенном (неравномерном) ее распределении по поверхности и в объеме куска.

3. Для более полного извлечения компонентов требуется пересортировка «хвостов», т.е. сепарация руд

в две стадии. Однако, при этом утверждается, что сепарация в одну стадию по сумме свинца и цинка дает такой же результат, но трудозатраты в 1,5 раза меньше.

Справедливость этих утверждений рассмотрим на конкретном примере технологических исследований свинцово-цинковых руд месторождения Учкулач (Узбекистан), которые были проведены специалистами Опытной-методической геолого-технологической партии (ОМГТП) Навоийского горно-металлургического комбината (НГМК) при непосредственном участии и под методическим руководством специалистов компании ИНТЕГРА (Россия) (табл. 1-4, рис. 1-3).

В рудах месторождения Учкулач главными рудными минералами являются галенит (PbS) и сфалерит (ZnS), отчасти марказит и пирит (FeS₂). Нерудные минералы: барит (BaSO₄), кальцит (CaCO₃), доломит CaMg(CO₃)₂. Характерно отсутствие в рудах халькопирита CuFeS₂ и блеклых руд Cu₃(Sb,As)S₃. Содержание рудных компонентов колеблется от долей до 25 %. Мономинеральные типы руд развиты ограниченно и самостоятельного значения не имеют. Наиболее типичны барит-галенит-сфалеритовые и галенит-сфалеритовые минеральные ассоциации. В рудах широко развиты включения углисто-графитистого вещества и углисто-глинисто-карбонатные прожилки.

В соответствии с требованиями металлургической промышленности на месторождении выделены технологические сорта руд по следующим классам содержания полезного компонента: убогие – до 5 %,

рядовые – до 10 %, и богатые – свыше 10 %, которые оконтурены с учетом их минеральных типов.

Особенностью руд являются их метаморфическое преобразование, которое выразилось в перекристаллизации большей части рудных минералов, первоначально имевших коллоидное строение. Галенит перекристаллизован и слагает укрупненные прожилковые и пятнистые образования, со-

Таблица 1

Природные типы руд	Содержание сред., (%)			Отношение Pb:Zn:Ba
	Pb	Zn	Ba	
Крупнозернистые в псевдобрекчиях:				
- галенит-сфалеритовые (с пиритом)	2,20	2,38	3,5	1:1,08:1,6
- пятнистые кремнисто-барит-галенит-сфалеритовые	1,98	2,96	9,2	1:1,2:2,8
- массивные, существенно марказит-пиритовые				
Тонкозернистые барит-галенит-сфалеритовые:				
- прожилковые	3,20	2,54	3,5	1:0,8:1,1
- брекчиевые	4,73	3,31	19,5	1:0,8:4,2

Таблица 2

Промышленные сорта руд	Содержание от ÷ до сред., (%)		
	цинк	свинец	барит
Легкообогащаемые смешанные руды, 1-й сорт (нерудные минералы представлены кальцитом, доломитом и кварцем)	0,6-25 (3,0)	0,7-25 (2,7)	не промыш.
Труднообогащаемые рядовые руды, 2-й сорт (вмещающие породы полностью сложены карбонатами)	0,6-2,6 (2,1)	0,7-5,8 (2,2)	1,5-48 (21,5)
Труднообогащаемые богатые руды	1,5-21 (8,0)	3,5-25 (12,0)	1,5-48 (28,5)
Баритовые руды (вмещающие породы представлены кальцитом и доломитом)	n-0,1	n-0,1	18-48

сравнительно низким содержанием пирита (марказита), но могут иметь высокие содержания барита.

Массивные тонковкрапленные колчеданные свинцово-цинковые руды требуют гидрометаллургического передела. Они в значительной степени обогащены сульфидами железа, в то время как содержание барита в них не велико.

В целом по месторождению, в пределах рудных тел, можно выделить технологиче-

стоящие из ориентированных линзовидных агрегатов. Барит и карбонаты приобретают полнокристаллический облик, а сульфиды перераспределяются, структурно подчиняясь им.

Прожилковая текстура образований связана с процессами метасоматоза. Пятнистые (гнездовые) текстуры обусловлены процессами выполнения пустот мономинеральными агрегатами сфалерита или галенита.

Структура руд, как правило, определяется крупностью и характером сростания рудных минералов. По указанным признакам выделены следующие природные типы руд (табл. 1).

Руды месторождения Учкулач относятся к группе **слабоокисленных**. По дробимости и измельчаемости подразделяются на две разновидности:

- тонкозернистые, содержащие чисто **карбонатную** основу, которые измельчаются сравнительно легко;
- крупнозернистые, содержащие **кремнистые** стяжения, измельчаются хуже.

Вкрапленные свинцово-цинковые руды, как правило, относятся к легкообогащаемым рудам со

ские сорта руд (табл.2).

По результатам статистической обработки данных лабораторных анализов на свинец и цинк порошковых проб (425 шт.), отобранных из руд месторождения Учкулач, установлено, что между содержаниями свинца и цинка существует тесная корреляционная связь, аппроксимируемая тремя уравнениями регрессии (рис. 1), т.е. проанализированная выборка проб распадается на три. В одной доминирует галенит (уравнение регрессии $Pb=a_1+b_1 \cdot Zn$), во второй - сфалерит ($Pb=a_2+b_2 \cdot Zn$), а в третьей - они содержатся в равном соотношении ($Pb=a_3+b_3 \cdot Zn$).

Практика обогащения руд цветных металлов с помощью РРМ показывает, что для свинцово-цинковых руд сложного состава наиболее целесообразна разбраковка исходной горнорудной массы на слабоминерализованную массу («хвосты») и «концентраты», различающиеся по содержанию полезных компонентов и их соотношению. Например, на сфалеритовый и галенитовый. Это позволяет снизить потери металлов в отвальном продукте и получить концентраты, различающиеся не только по содержанию полезных компонентов, но и вредных примесей, влияющих на эффективность последующих технологических схем их передела.

Исходя из изложенного выше, технологическая схема сортировки должна быть заранее ориентирована на выделение не только отвального продукта по содержанию рудных компонентов, но и на выбраковку технологического забаланса, например, упорных (колчеданных) руд, т.е. на разбраковку исходного продукта на следующие технологические типы:

- **отвальный продукт** или масса, слабоминерализованная по сумме основных рудных элементов;
- **свинцово-цинковые концентраты** в различном соотношении содержащие

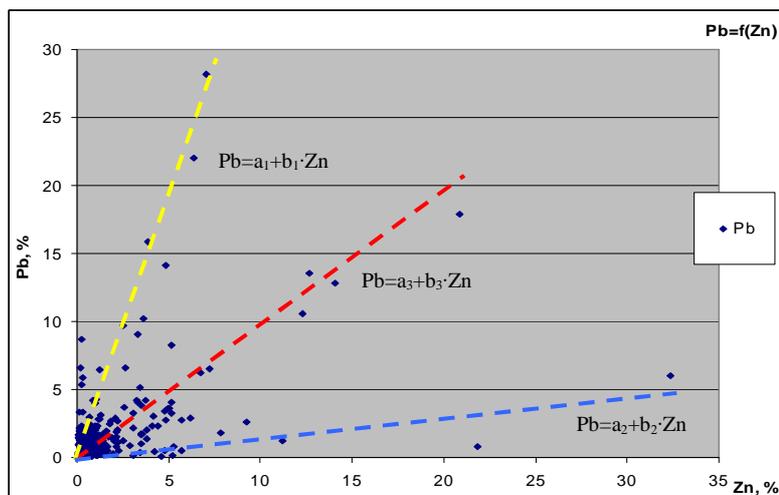


Рис. 1. Корреляционная связь, аппроксимируемая тремя уравнениями регрессии, между свинцом и цинком в порошковых пробах, отобранных из руд месторождения Учкулач

Таблица 3

Параметр сравнения	Интервал энергий, кэВ	Скорость счета импульсов, имп/сек.		Вариация, V, %
		Среднее	Ст. откл., d	
1	2	3	4	5
«экв-Са»	3,5-5,0	1110	289	26
«экв-Fe»	5,0-7,5	2327	981	42
«экв-Zn»	7,5-10,5	3449	3019	88
«экв-Pb»	10,5-13,5	3953	3605	91
«экв-Zn+Pb»	7,5-13,5	7402	5800	78
Rs	18,5-22,5	9344	1670	18
Pb _{AAA}	-	1,09	1,81	165
Zn _{AAA}	-	1,15	1,29	112

свинец и цинк;

- **колчеданные руды**, которые помимо основных рудных элементов (свинца, цинка и бария) могут содержать ряд сопутствующих ценных компонентов, таких как железо, серебро, редкие земли и серную кислоту;

- **баритовые руды**.

PPM измерениями на лабораторной установке рентгеновских спектров кусков (всего 194 шт.), сформированных в коллекцию из технологической пробы, отобранной со склада минерализованной массы месторождения Учкулач, установлено следующее. Куски по данным AAA и PPM (табл. 3) контрастно различаются по содержанию свинца и цинка (вариация более 110 %), а также по характеристическому излучению этих элементов в соответствующих («экв-Zn» и «экв-Pb») интервалах спектра рентгеновского излучения (вариация более 80 %). Исследуемая коллекция однородна по кальциево-баритовой минерализации (вариация в канале «экв-Са» менее 0,3) и по этому параметру она не сортируема. По вариации параметра «экв-Fe» коллекция не контрастная и выделение по нему колчеданных руд сомнительно. Результаты многовариантных исследований связи регистрируемых параметров с содержанием свинца и цинка в кусках демонстрирует рис. 2, на основании которого выбраны два различительных признака для сортировки руд. Это, отношение счета импульсов «экв-Pb» к «экв-Fe», т.е. «**IPb/IFe**», для разбраковки руд по классам суммы содержаний свинца и цинка («**Zn+Pb**»), как признак наиболее линейно пропорциональный изменению этого параметра и отношение счета импульсов «экв-Zn» к «экв-Pb», т.е. «**IZn/IPb**», для выбраковки преимущественно сфалеритового или галенитового продуктов из «хвостов» первой стадии сортировки (по «**IPb/IFe**»).

Состоятельность сделанного выбора иллюстрирует рис. 3.

Согласно рис. 3 (а) по пороговому значению $IPb/IFe < 2,0$ в выборке выделяются «хвосты» с валовым содержанием свинца менее 2,0 %.

Согласно рис. 3 (а-в) для рудных содержаний свинца характерны значения $IZn/IPb < 1,50$ и $IPb/IFe > 2,0$, интервал значений IZn/IPb от 1,75 до 2,75 соответствует сфалеритовым рудам, а интервал значений $IZn/IPb < 1,75$ - смешанным (Zn+Pb) рудам.

Следует отметить, что благодаря разработанным компанией ИНТЕГРА методикам, конструктивному решению, аппаратным возможностям и программному обеспечению рудоконтрольных станций (PKC), предназначенных для опробования самосвалов, а также рудо-сепарационных установок (PCY), предназначенных для мелко-порционного и покускового опробования, обе стадии сортировки могут быть технологически совмещены.

Итоговые результаты эффективности сортировки по выбранным признакам представлены в табл. 4.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Утверждение об отсутствии корреляционной связи между содержанием цинка и свинца в свинцово-цинковых рудах ошибочное. Фактически эти руды представлены тремя типами минерализации, для каждой из которых характерно устойчивое соотношение в содержании свинца и цинка.

2. Из-за непостоянства геометрии измерений, обусловленного изменчивостью размеров опробуемых кусков и рельефа их поверхности, корректнее проводить измерения не по способу спектральной разности, а по способу спектральных отношений.

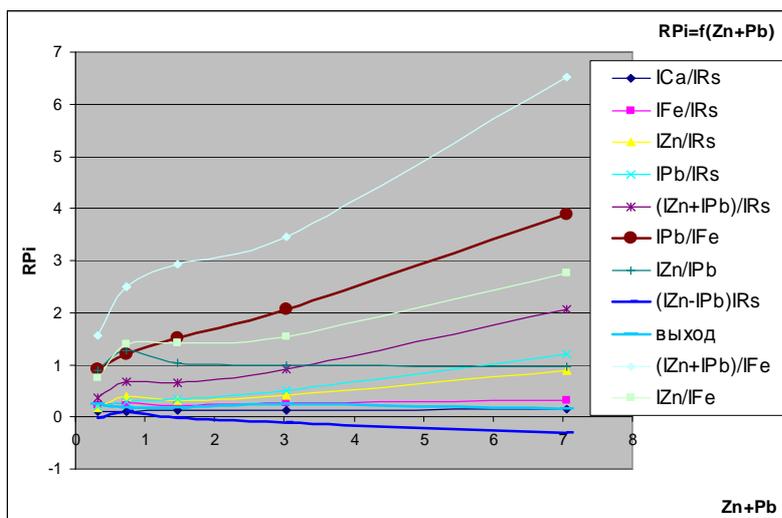
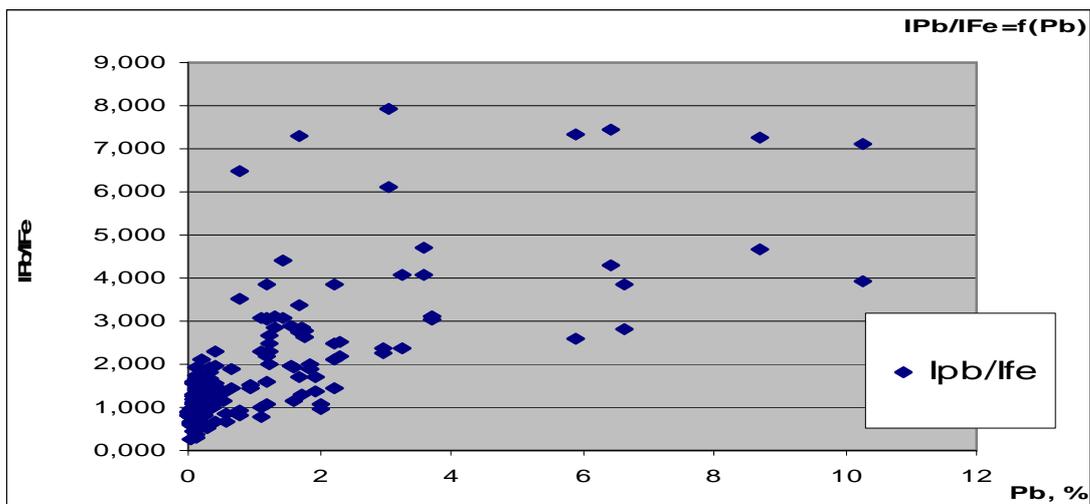
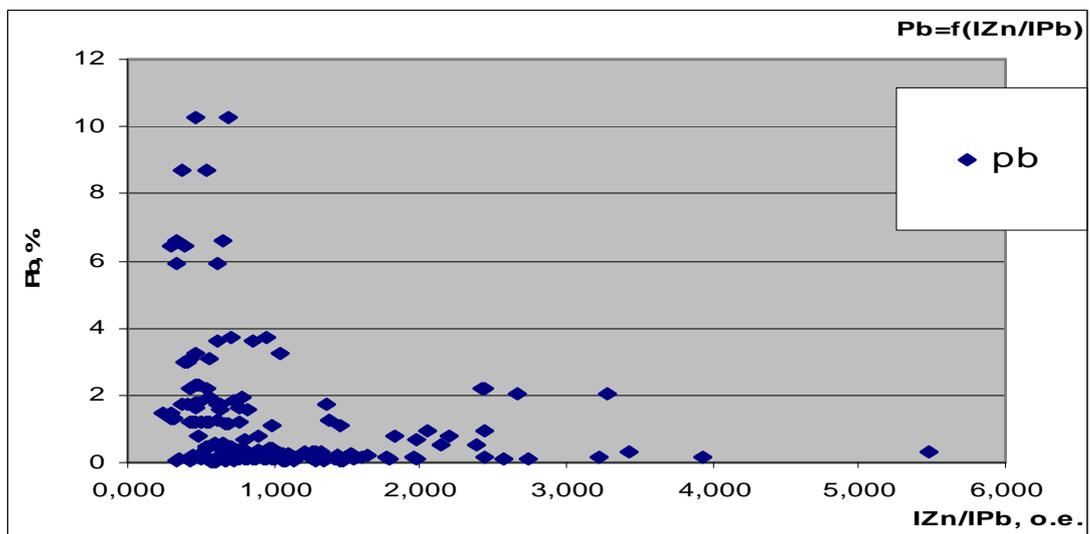


Рис. 2. Связь регистрируемых параметров с содержанием свинца и цинка в кусках

a)



б)



в)

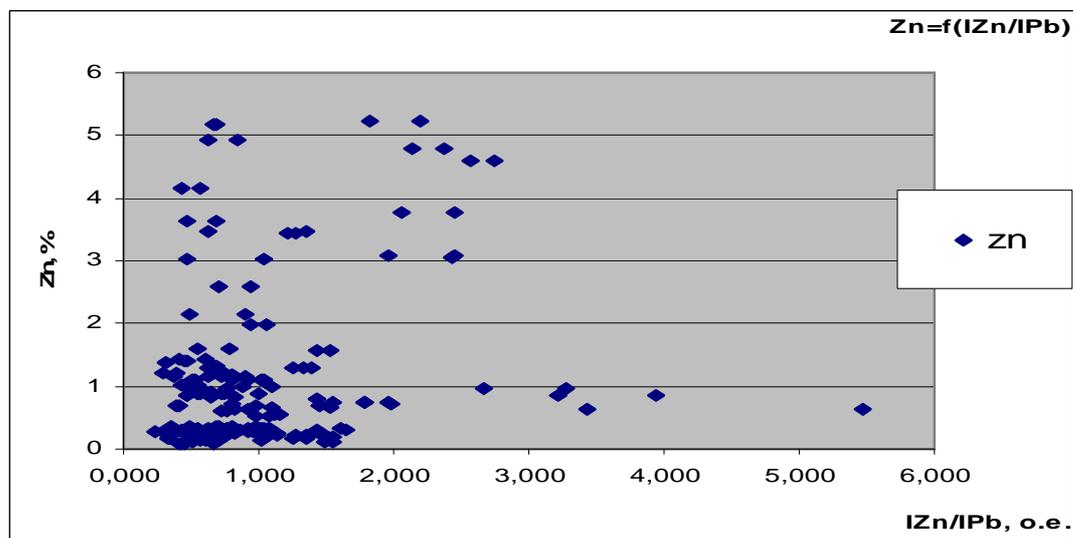


Рис. 3. Графическая иллюстрация исследований

Таблица 4

Продукты сортировки	Кол-во кусков	Выход, %	Содержание, %			Запасы Zn+Pb	Извл. Zn+Pb	K _{обог.}
			Zn+Pb	Zn	Pb			
Исходная масса	194	100,0	2,24	1,15	1,09	457,23	1,000	1,00
Кон-рат «Zn+Pb»	33	17,0	5,89	2,32	3,57	194,36	0,425	2,63
Кон-рат «Pb»	23	11,9	3,19	0,78	2,41	73,42	0,161	1,43
Кон-рат «Zn»	18	9,2	3,33	2,73	0,59	59,98	0,131	1,49
Кон-рат всего	74	38,1	4,43	2,05	2,38	327,76	0,717	1,91
Мин. масса «Zn»	94	48,5	1,21	0,80	0,41	114,10	0,250	0,54
«Хвосты»	26	13,4	0,59	0,43	0,16	15,37	0,034	0,26

3. Первую стадию сортировки рекомендуется проводить по показаниям в канале «эkv-Pb» и нормировать их не по «стандарт-фону» (IRs), а по параметру «эkv-Fe», т.е. в качестве различительного признака использовать параметр **IPb/IFe**. Этим дос-

тигается усиление эффекта различительного признака, за счет учета различия в минеральном составе породной матрицы вмещающих пород и специализированных на рудные элементы.

4. Вторую стадию сортировки рекомендуется проводить по «хвостам», для выборки из них сфалеритового концентрата по различительному признаку **IZn/IPb**.

УДК 620

© Ходжаев Н.Т. 2006 г.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКОВ И ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛКОРАЗМЕРНЫХ СЛЮД В НАЦИОНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ УЗБЕКИСТАНА

Ходжаев Н.Т., зав. отделом геолого-экономических исследований ИМП, канд. геол.-минер. наук

Слюды относятся к широко распространенным в природе минералам. Они образуются в глубинных частях земной коры, выкристаллизовываясь непосредственно из остывающей магмы или образуясь в результате воздействия магмы на близлежащие горные породы. Установлено большое число разновидностей слюды, отличающихся друг от друга химическим составом и физическими свойствами - мусковит (его мелкозернистый аналог - серицит), вермикулит, флогопит, биотит, лепидолит, циннвальдит и другие, менее распространенные разновидности [1].

Наибольшее практическое значение имеют мусковит, флогопит и вермикулит, а также разновидности, содержащие редкие металлы. В небольшом объеме используется и биотит, который в молотом виде используется как наполнитель при изготовлении толя, линолеума и декоративных материалов.

Во всем мире насчитывается только несколько десятков месторождений, дающих крупную слюду. Поэтому такая слюда ценится очень дорого и для многих стран она является дефицитным промышленным сырьем. По-видимому, перспективен путь, по которому пошли в США - специальная добыча мелкой слюды и изготовление из нее слюдопластов и слюдобумаги, являющихся заменителем листовой слюды, а также широкое её применение в различных отраслях промышленности. В Узбекистане нет месторождений крупнолистовой слюды, но есть

перспективы обнаружения и последующего использования мелкозернистых слюд. Благо пример уже есть - на сегодняшний день у нас выявлено одно месторождение вермикулита Тебинбулак, расположенное в Республике Каракалпакстан, в 75 км к юго-востоку от г. Нукус и приуроченное к биотитовым пироксенитам хр. Султан-Увайс. Вермикулит отмечается в виде жил, прожилков, вкрапленностей желтовато-бурого цвета, образуется в коре выветривания. Линейная и площадная кора выветривания с вермикулитом изучена В.В. Барановым в западной части Тебинбулакского месторождения вдоль зоны разлома в породах вскрыши железных руд. Вермикулитовая зона прослежена на 1,2 км при средней мощности 40 м (от 20 до 80 м), среднее содержание вермикулита 10-15 %. Запасы по западной зоне составляют около 300-500 тыс. т. Прогнозные ресурсы - 1 млн т сырца [2]. Сырье предполагается использовать в качестве теплоизоляции, отходы - как сорбенты и мелиоранты. Но, надо сказать, что по имеющимся геологическим предпосылкам это месторождение вермикулита единственное в республике. В связи с этим, основное внимание необходимо уделить поискам мелкозернистого серицита.

Природным источником мелкозернистого серицита (0,1-15 мм) являются следующие генетические типы пород, из которых могут быть извлечены концентраты - пегматиты, мусковитизированные гра-

ниты, грейзены, слюдяные сланцы, микроразмерно (< 0,1 мм) – гидротермально-метасоматические серицитолиты, которые при выветривании трансформируются в рыхлые серицитовые и каолинит-серицитовые элювииты. Имеется опыт добычи микроразмерного серицита из озерного ила и из огнеупорных глин в США, Испании и Франции [3].

Источником флогопита могут служить скарны, щелочные ультрабазиты, карбонатиты, жильные породы (керсантиты, минетты). Биотит встречается в магматических породах, в пегматитах, регионально-метаморфизованных сланцах, гидротермальных метасоматитах и грейзенах. Однако, скоплений флогопита, отвечающих требованиям промышленности, в республике нет [4]. Биотит же, по-видимому, будет выгодно добывать только совместно с серицитом.

На наш взгляд, в Узбекистане наиболее перспективен мелкоразмерный серицит (возможно + биотит). Мощные толщи слюдяных сланцев с серицитом широко распространены в различных регионах. Согласно требованиям промышленности его содержание в породе должно составлять 20-30 % [5].

Обычно мелкоразмерный серицит претерпевает либо сухой, либо мокрый помол. В бывшем СССР были разработаны требования к различным маркам молотой слюды [5].

Серицит сухого помола относительно дешев (в США 120-480 \$ США/т при средней цене продаж 190 \$ США/т) и применяется очень широко, особенно как наполнитель в производстве стройматериалов (цена 190-220 \$ США/т). Этот же вид сырья, но с ограничениями по его химическому составу, белизне, качеству (тонине) помола или другим параметрам, зависящим от направления использования, активно применяется в защитных красках, мастиках, пастах, эмульсиях (так называемая микронизированная слюда – 1-30 мкм), обматке сварочных электродов, обмотке силовых кабелей на битумной основе, производстве резинотехнических изделий, микалекса (электроизоляция на основе стекла) и др.

Серицит мокрого помола более дорогой (600-1350 \$ США /т). Он нашел широкое применение в производстве особо прочных пластмасс, типографских, лаковых и других красок, обоев, резины, пигментов, в том числе для нужд автомобиле- и самолетостроения и косметической промышленности.

В пластмассах слюда (серицит или флогопит) - армирующий наполнитель, главным образом, полипропилен, из которых отливают детали для автомобилей и технических изделий [6]. Это сравнительно дорогой наполнитель, являющийся функциональной добавкой, повышающей упругость, прочность на растяжение, сопротивление тепловой деформации. Тонкорасщепленные сорта слюд являются самым дорогим наполнителем и используются в особых случаях. Цена за тонну 580 \$ США. Важной является способность слюд улучшать ди-

электрические свойства пластмасс, применяемых, например, для изготовления корпусов компьютеров.

Отходы на всех стадиях переработки листового мусковита также являются минеральным сырьем, известным как скрап. Различают две его технологические разновидности: рудничный – остаток от забойного сырца после извлечения из него промыссы, и фабричный – все последующие отходы (обрезки, выштамповки и т.п.). Рудничный скрап нередко добывают специально (в частности, в Бразилии и США) или попутно с другими видами сырья (керамического, редкометального) без выделения листового мусковита. Цена на его разновидность, предназначенную для производства слюдобумаг, активно вытесняющих в производстве электроизоляционных материалов более дорогие и трудоемкие миканиты, в последние годы не опускалась на мировом рынке ниже 263 \$ США/т. Фабричный скрап несколько дороже, так как заметно чище. Ранее в промышленности в качестве сырья для слюдобумаг активно использовался не находивший другого применения промыссыц II сорта размеров P₄ и P₂₅.

Наконец, ещё одним источником скрапа или мелкоразмерного мусковита могут быть отвалы месторождений, отходы и «хвосты» обогатительных фабрик. Получаемое сырье имеет низкую себестоимость, а пригодно почти для всех сфер использования. Поскольку мусковит очень устойчив в условиях гипергенеза, то при многолетнем хранении на дневной поверхности может даже происходить их естественное обогащение этим сырьем за счет более интенсивного выноса продуктов разрушения других силикатов, в первую очередь – полевых шпатов. В республике наиболее перспективными будут являться отходы обогащения полевошпатового сырья на Лянгарской обогатительной фабрике, где помимо полевошпатового концентрата также получали кварцевый, гранатовый и слюдяной (4-11 %) концентраты [7].

Объем общемирового производства слюды по данным Ткачева и др. [5] за период с 1992 по 2001 гг. увеличился со 192 до 253 тыс. т в год. Обработанный листовой мусковит в этом объеме составляет 1,5-2,0 %, а остальное – скрап и мелкоразмерная слюда (преимущественно чешуйка), а также флогопит (10-15 %).

Главный производитель и одновременно потребитель нелистового мусковита – США. Скрап и мелкочешуйчатая слюда добывались, главным образом из слюды и серицитового аспидного сланца, а в качестве попутного компонента из полевого шпата, каолина и отходов обогащения промышленного песка [8]. Большая часть внутреннего производства перерабатывалась в мелкоразмерную слюду мокрым или сухим измельчением. Основное использование было в композиционных материалах, как присадка к буровому раствору, наполнители в крас-

ках, кровельных материалах и резиновой продукции. Стоимость добычи мелкочешуйчатой слюды в 2001 г. составила 16,3 млн \$ США. Продажи измельченной слюды в 2000 г. были оценены в 37,7 млн \$ США. Импортёры (1997-2000 гг.): Канада – 68 %, Индия – 20 %, Финляндия – 4 %; Китай – 2 % и другие – 6 %.

Наиболее динамично в мире развивается сектор, связанный с производством разного рода красок, декоративных покрытий и косметических средств.

Только в США на эти цели используется до 25 тыс.т мусковитовых порошков, главным образом микронизированных (эмульсионные краски) и мокрого помола. Спрос ежегодно увеличивается на 3-5 %, поэтому цены на них растут более динамично, чем на прочую слюдяную продукцию (табл. 1).

Но мы полагаем, что эти цифры не отражают истинную потребность республики в мелкоразмерной слюде. В Узбекистане быстрыми темпами развиваются отрасли промышленности, потребляющие слюду в больших количествах – это резиновая, электронная, строительных материалов, особенно производство цемента, производство пластмасс, сварочных электродов, красок и др. При этом в республике только одно с утвержденными запасами месторождение вермикулита Тебинбулак, и нет ни одного проявления других видов слюд, если не считать вышеуказанные отходы Лянгарской фабрики.

Интересно отметить, что в 70-е годы в США, ФРГ, Японии и ряде других стран резко возрос интерес к слюдам [10]. Всеобщее внимание они тогда привлекли потому, что на основе этих минералов

при специальной обработке научились получать разнообразные новые строительные материалы, находящие применение в новой технике.

Ряд таких очень перспективных новых материалов был получен ранее в Государственном институте стекла МПСМ и Институте минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов Мингео. Это сипласт и карбопласт. Методика их получения проста.

Тонко измельченную железомagneзиальную слюду (биотит, флогопит, вермикулит, гидрофлогопит) обрабатывают разбавленными минеральными кислотами при невысоких температурах и небольшом давлении, в результате чего железо, магний и другие катионы замещены водородом. Получается новое вещество - сипласт, которое частично наследует свойства, строение, состав исходной слюды и приобретает целый ряд новых очень ценных качеств - оно состоит в основном из кремния и имеет пластинчатую структуру. Это легкий, сыпучий, белый, прозрачный, с перламутровым блеском материал тонкочешуйчатого строения. Он в 2,5-3 раза легче слюды. Его расчетная удельная плотность составляет 1,1, т.е. чуть тяжелее воды, а насыпной (объемный) вес 0,2 – почти как перо. Сипласт – высокопористое вещество и обладает исключительно высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами. Благодаря кремнеземному составу, высокой пористости и особому атомному строению теплопроводность сипласта настолько мала, что изделия из них, раскаленные докрасна, можно трогать голыми руками. Как и исходная слюда, сипласт – хороший электроизолятор.

Если сипласт нагревать до 1000 °С, из него удаляется водород (вместе с водой). Но сипласт после

Таблица 1

Добыча, переработка и потребление мелкоразмерной слюды в США

Наименование (тыс. т)	1997	1998	1999	2000	2001	
Производство:						
добыча	112	87	95	101	95	
переработка	110	104	111	112	106	
Импорт, слюдяная пыль и отходы слюды	23	23	21	29	32	
Экспорт, слюдяная пыль и отходы слюды	8	8	11	10	10	
Потребление фактическое	122	137	125	119	118	
Цена, средняя, за 1 т слюды мелкочешуйчатой и чешуйчатой	83	87	148	125	140	
Измельчение: (1 т/\$ США)	мокрое	1080	909	849	751	800
	сухое	176	179	192	169	180

Мировая добыча скрапа и мелкочешуйчатой слюды в 2000-2001 гг. представлена в табл. 2.

По данным Эргешева А.М. и Фимушкина Л.И. [9] годовая потребность Узбекистана в слюде в 2001 г. составляла 12 т, которая полностью завозилась из России на сумму 11,5 тыс.\$ США. Динамика импорта слюды за 3 года была следующая (т/тыс \$ США): 1999 г. - 10,0/3,0; 2000 г. - 2,0/2,6; 2001 г. - 12,0/11,5.

По их мнению, импорт слюды в небольшом количестве будет продолжаться из-за отсутствия собственных месторождений.

Таблица 2

Мировая добыча скрапа и мелкочешуйчатой слюды (тыс. т.)

Страны	2000 г.	2001 г.
1. США	101	95
2. Россия	100	100
3. Южная Корея	30	30
4. Бразилия	5	5
5. Канада	17	17
6. Индия	2	2
7. Другие страны	35	35
Всего	290	284

этого, в отличие от слюды, способен снова поглощать воду. Если его смешать с водой и оставить на некоторое время в покое, вещество загустеет. Иными словами, сипласт приобретает тиксотропные свойства, которые могут быть широко использованы.

Карбопласт – это разновидность сипласта, содержащая до полутора процентов углерода (откуда и название: от «карбониум» - углерод). Он такой же сыпучий, тонкопластинчатый, легкий, высокопористый материал, как и сипласт, только черный из-за присутствия тонкой сыпи углистого вещества. Но не в этом их главное различие: сипласт – электроизолятор, а карбопласт – хороший проводник электричества. И если, например, в резину в качестве наполнителя добавить карбопласт, она из изолятора тоже становится электропроводником. Такая резина может быть использована, скажем, в качестве ремня – антистатика в автомобилях.

Сипласт, и карбопласт можно назвать заменителями слюды. Но это заменители, обладающие рядом более ценных свойств, чем «натуральный продукт».

Солодов Н. и Чепижный К. [10] выделяют следующие главные области освоенного и возможного использования этих новых материалов:

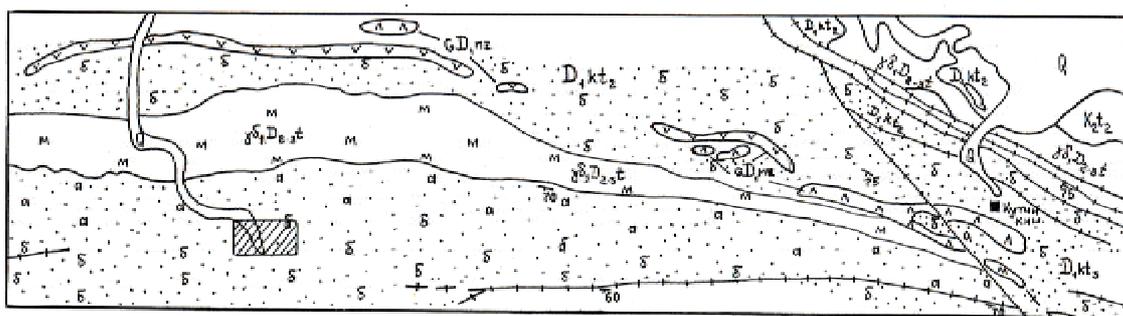
- высокотемпературная эффективная термо- и электроизоляция;
- активный и армирующий (усиливающий, укрепляющий) наполнитель в композиционных материалах различного назначения, в том числе электроизоляционного, для химического аппарата- и машиностроения;
- носитель катализаторов, универсальный сорбент и полировальный материал (в электронике);

- наполнитель для сверхлегких вибротермостойких композиционных материалов, для легких кислотостойких, прочных жаростойких и эрозионно-стойких углеграфитовых и других композиций на основе смол, для строительных материалов, резины, пластмасс и др.

Учитывая большую практическую ценность таких материалов в Японии уже многие годы специально из массивов гранитов добывается биотит. Как отмечают Солодов Н. и Чепижный К., сопутную добычу минералов, пригодных для производства сипласта, карбопласта и им подобных материалов, можно организовать на очень разных месторождениях. На многих месторождениях слюды скапливаются в хвостах обогащения и попадают в отвалы. Нередко содержание слюды в них достигает 60-70 %. Использовать такие месторождения очень удобно, потому что слюда здесь не только уже добыта, но и измельчена.

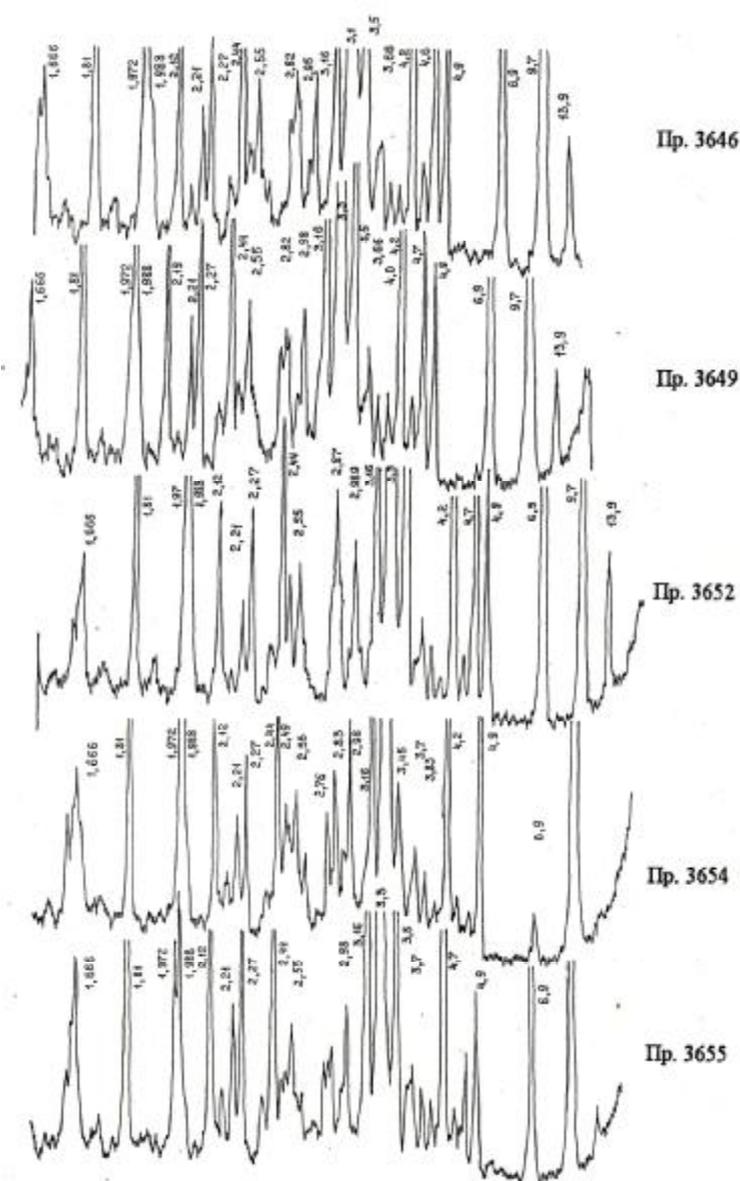
В 2002-2003 гг. при выполнении тематических исследований нами проведены поиски площадей развития мелкозернистого серицита на восточном окончании Зирабулакских гор в сланцевых толщах ордовика и девона [11].

Из изученных нами 4 проявлений, наиболее перспективным на мелкозернистую слюду оказалось проявление Кутчи-Перевал, расположенное в 15-16 км к северо-западу от пос. Ингичка, в южной экзоконтактовой зоне Северного гранитоидного интрузива (рис. 1). Этот участок приурочен к отложениям нижне-среднего девона саппенской свиты, развитым вдоль южного контакта Северного интрузива. Ширина выходов саппенской свиты от 1 км на вос-



<p>Q Четвертичные отложения. Лессы, лессовидные суглинки, супеси, пески, галечники, щебень, валунники.</p> <p>K₂t₂ Туронский ярус. Верхний подъярус. Песчаники, алевролиты, красноцветные глины, алевролиты с примесью песка и гравия.</p> <p>D₁kt₁ Нижний девон. Катармайская свита, верхняя подсвита песчано-сланцевая. Переслаивание песчаников и сланцев.</p> <p>D₁kt₂ Нижний девон. Катармайская свита, средняя подсвита. Сланцы слюдястые, альбит-кварц-слюдястые. Прослои метатерригенных и metabазальтовых пород, известняков, доломитов.</p> <p>γδ₁D₂st Тымский средне-позднедевонский гнейсо-гранитоидный комплекс. Гнейсо-гранодиориты.</p>	<p>σD₁-pz Нурата-Зирабулакский раннедевонский габбро-гипербазитовый комплекс: а) базальтовые порфириды, их туфы и туфо-агломераты; б) серпентиниты, серпентинитизированные дуниты.</p> <p>α, β, α', β' Контактные роговики: а) андалузитовые; б) биотитовые.</p> <p>м м м Мусковитизация.</p> <p>∠ 70° Направление и угол падения пород.</p> <p>а) / б) Геологические границы: а) прослеженные; б) предполагаемые</p> <p>[Hatched Box] Участок Кутчи-Перевал</p>
---	---

Рис. 1. Геологическая карта района проявления серицитовых сланцев Кутчи-Перевал



Т а б л и ц а 4

Минеральный состав углисто-слюдисто-кварцевых сланцев проявления Кутчи

Минералы	№ шлифов												
	3646	3647	3648	3649	3650	3651	3652	3653	3654	3655	3656	3657	3658
Кварц	20	30	35	40	40	56	40	40	53	60	10	35	40
Серицит	50	30	33	36	34	23	23	25	20	19,5	60	25	20
Биотит	18	15	15	10	-	10	20	10	15	15	5	5	20
Хлорит	-	-	2	2	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Дистен	1	10	-	-	5	-	2	-	-	е.з.	5	20	15
Силлиманит	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	5	-	-
Турмалин	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	е.з.
Циркон	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Угlistое вещество	10	15	15	10	10	10	12	15	10	5	12	15	5
Угlistо-графитовое вещество	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	-	-
Ставролит	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	е.з.
Гранат	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
Рудное вещество	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-
Пелит	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-

Примечание: е.з.- единичное зерно

видимому, можно связать с повышенным содержанием биотита, являющегося магнийсодержащим минералом.

В минеральном составе этих сланцев серицит содержится от 19,5 до 60 %, в среднем 30,7 %, биотит же варьирует от единичных значений до 20 %, в среднем составляя 12,2 % (табл. 4). Таким образом, и содержание серицита и суммарное содержание обеих слюд, составляющее более 40 %, отвечает требованиям промышленности к качеству исходного сырья. Высокое содержание слюдястых минералов в сланцах уч. Кутчи – Перевал определено и методом рентгенофазового анализа (рис. 2).

Возможность применения углисто-глинисто-слюдястых сланцев определялась для изготовления покрытий сварочных электродов. Исходным сырьем служила малообъемная технологическая проба с проявления Кутчи-Перевал. Известно, что все компоненты, входящие в состав сланцев, могут по отдельности использоваться в составе сварочных покрытий – это глинистые минералы, кварц, углестое вещество и, конечно же, серицит. Поэтому основной задачей было применение серицита и других минералов без обогащения. Все работы выполня-

лись к.т.н. Р.М. Саидовым, сотрудником Агентства по поддержке исследовательских и инновационных проектов (АПИИП).

В результате проведенных работ получены сварочные электроды марки STCU-Acide Э-42 с покрытием кислого вида. Испытания проведены на Ташкентском Авиационном производственном объединении им. С.П. Чкалова согласно требованиям ГОСТ 9466-75 и установлено, что они могут применяться для сварки низкоуглеродистых сталей ответственных сварных конструкций в промышленности и строительстве.

В Агенстве Узстандарт зарегистрированы технические условия Tsh 77.01-01-2002 «Электроды покрытые марок STCU-Acide, STCU-Universal и STCU-Basic».

Более подробно результаты технологических исследований изложены в работе [11].

В заключении хотелось бы пожелать, чтобы геологи, технологи республики обратили внимание на возможности широкого использования в различных отраслях национального хозяйства мелкозернистой слюды. Полагаем, что серицит (и +биотит), как и вермикулит, найдут достойное применение.

Список литературы:

1. Справочник «Минеральное сырье. Слюда». ЗАО «Геоинформ». М., 1997, 34 с.
2. Геология и полезные ископаемые Республики Узбекистан. Т., Университет, 1998, 723 с.
3. Нетрадиционные виды нерудного минерального сырья. М., 1990, 261 с.
4. Минералы Узбекистана. Т.: Фан, 1976, часть III, 372 с.
5. Ткачев А.В., Щербачев Н.А., Щербачева Т.А. Сырьевая база мусковита России: перспективы освоения и развития. Ж-л «Минеральные ресурсы России», № 3, 2002, с. 31-34.
6. Минеральные наполнители пластмасс. Геол. мет. поисков и разведки месторождений немет. п.и. Зарубеж. опыт: Экспресс-информация /ВИЭМС, 1988, вып. 5, с. 1-8
7. Минерально-сырьевые ресурсы Узбекистана. Т., Фан, ч.2, 272 с.
8. Геологическая служба США. Краткая сводка о минеральных продуктах, 01.2002, с. 61.
9. Эрешов А.М., Фимушкин Л.И. «Геолого-экономический анализ минерально-сырьевой базы импортируемых РУз видов нерудного сырья и продуктов их передела». Т., Фонды ИМП, 2002.
10. Солодов Н., Чепижный К. Новые материалы из природных минералов. Наука и жизнь, 1978, с. 82-87.
11. Ходжаев Н.Т. и др. «Определение направлений ГРП на новые виды нерудного сырья на восточном окончании Зирабулакских гор». Т., Фонды ИМП, 2004.
12. Ходжаев Н.Т. и др. «Перспективная оценка андалузитовых метаморфических пород Шайдаразского, Карнабского и др. интрузивов в качестве огнеупорного сырья». Т., Фонды ИМП, 2001.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОБИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ В КАРЬЕРЕ МУРУНТАУ

Сейтбаев Ш.А., зам. начальника ПТБ рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК

Высокая концентрация горных работ на карьере Мурунтау и значительные годовые объемы вскрыши требуют внедрения мобильного оборудования, что является одним из важнейших направлений в техническом оснащении предприятия. Из всего многообразия средств мобильной техники наибольшее распространение на карьере Мурунтау получили бульдозеры, погрузчики, автогрейдеры. Помимо основных функций, для выполнения которых предназначены эти машины, они могут осуществлять большое число разнообразных специальных работ. С целью повышения эффективности горных работ регулярно осуществляется замена выработавшей свой ресурс техники на новую и более про-

дорожным покрытиям улучшенного типа, не нарушая их, значительно меньшую трудоемкость при замене ходового оборудования, повышенную надежность основных узлов, меньшую металлоемкость. Преимущества погрузчиков возрастают с увеличением их мощности. К недостаткам следует отнести более короткий срок службы и трудность создания высокого напорного усилия при крепких тяжелых горных породах.

К машинам, способным осуществлять последовательно операции по механическому рыхлению, бульдозерованию и штабелированию относятся тяжелые бульдозеры на гусеничном ходу с рыхлителями (рис. 2), которые нашли широкое применение

на открытых горных работах в карьере Мурунтау. Особое внимание на этой технике уделено повышенной комфортности, улучшению условий труда, безопасности машиниста. Для этого осуществляются герметизация и термо- и шумоизоляция кабины, используются системы вентиляции и регулируемого обогрева для обеспечения микроклимата на рабочем месте машиниста в любых климатических условиях; поддрессориваются в кабине упругие элементы для снижения уровня и гашения вибрации на сиденье и органах управления; устанавли-



Рис. 1. Фронтальный погрузчик 992С



Рис. 2. Бульдозер-рыхлитель D10N



Рис. 3. Автогрейдер 16G



Рис. 4. Виброкаток CS583

изводительную.

В качестве выемочно-погрузочного, транспортного и вспомогательного оборудования на карьере применяют пневмоколесные погрузчики (рис. 1) с фронтальной разгрузкой ковша. Они имеют большую мобильность и маневренность, высокие транспортные скорости, возможность передвигаться по

автоматизированные информационно-диагностические системы контроля с использованием микропроцессоров и датчиков в узлах и выведением на табло в кабине данных, соответствующих фактическим значениям отдельных показателей и обеспечивающих предупредительные

световые и звуковые сигналы в процессе работы, в том числе о выключении двигателя в аварийной ситуации; применяются системы защиты машиниста при опрокидывании машины и от падающих предметов, ремни безопасности и т.д.

Обеспечение производительной и экономичной работы технологического автотранспорта на открытых горных работах неразрывно связано с качеством карьерных автодорог. Низкое качество дорог приводит к быстрому износу автомобилей, перерасходу горюче-смазочных материалов, преждевременному выходу из строя шин и т.д. Основные условия содержания автомобильных дорог технологического назначения сводятся главным образом к обеспечению стабильных транспортно-эксплуатационных качеств в течение эксплуатации автомобильной дороги. Общая протяженность автомобильных дорог в карьере Мурунтау составляет более 50 км. Из года в год увеличиваются объемы перевозок, а это требует повышения грузоподъемности карьерных автосамосвалов. Грузоподъемность применяемых автосамосвалов на карьере

за время эксплуатации выросла с 27 т до 190 т. Для таких автомашин необходимы более широкие дороги, качественно новые покрытия с грейдером и уплотнением полотна, для чего на карьере Мурунтау используется специальная техника: автогрейдер (рис. 3) и виброкатки (рис. 4). Интенсивный процесс транспортирования горной массы вызывает усиленное пылеобразование. К источникам возникновения пыли

на автомобильных дорогах относятся следующие: вскрышные порода и руда, высыпавшиеся из кузов



Рис. 5. Поливооросительная машина на базе а/с БелАЗ-75486



Рис. 6. Колесный бульдозер ДЗ-48 на базе трактора К-702

ва автосамосвала в процессе движения и при погрузках в забоях; продукты разрушения, истирания и измельчения дорожного покрытия в процессе эксплуатации; пыль и частицы породы, появляющиеся в результате производства буровзрывных работ, разрушения негабарита, выемочных работ, отвалообразования, дробления и т.д. Среди способов искусственного пылеподавления наиболее практичным и распространенным на карьере является периодическая поливка постоянных и временных дорог водой с помощью специальных поливооросительных машин (рис. 5) объемом от 30 до 42 м³, которая позволяет сократить уровень запыленности



Рис. 7. Опороперевозчик на базе трактора К-701



Рис. 8. Перегоночный комплекс на базе а/с БелАЗ-7519



Рис. 9. Перегон экскаватора в карьере с помощью перегоночного комплекса



Рис. 10. Перегон бурового станка с помощью гусеничного бульдозера D10N

Т а б л и ц а

Техническая характеристика оборудования

Машина	Тип, марка	Показатели					
		Мощность двигателя		Параметр рабочего органа		Максимальная скорость, км/ч	Масса, т
		кВт	л.с.	ширина, м	объем, м ³		
Фронтальный погрузчик	992С	-	690	4,75	10,4	21,0	88
	994	932	1250	5,65	16,3	21,2	178
Тяжелый гусеничный бульдозер	D10N	415	-	5,26	-	15,6	74
	D375	392	-	5,14	-	11,8	68
Автогрейдер	16G	-	275	4,88	-	43,6	27
	GD825	-	280	4,94	-	44,9	30
Виброкаток	CS583	108	145	2,134	-	12,8	15
	BW217D	-	167	2,12	-	13,4	17
Колесный бульдозер	ДЗ-48 на базе К-702	147	-	3,2	-	44,6	15

в 6-7 раз. Обеспыливание автодорог для условий открытых горных разработок имеет важное значение, как по соображениям отрицательного воздействия на окружающую среду, так и вредного воздействия пыли на узлы и агрегаты автомобиля, существенно влияя на их долговечность в целом, позволяет повысить производительность труда и улучшить гигиенические условия работы обслуживающего персонала. Постоянное подвигание забоев, интенсивная работа экскаваторов и автосамосвалов вызывают необходимость ежесменного ремонта автодорог в забое и регулярной зачистки подъездов к экскаваторам. Наряду с гусеничными бульдозерами на карьере Мурунтау применяются бульдозеры на колесном ходу, которые являются более маневренными и мобильными, имеют более выгодное соотношение веса, мощности и скорости, а следовательно, в ряде случаев являются более производительными и экономичными.

Наряду с высокими качествами по подвижности и скорости колесные бульдозеры характеризуются меньшими усилиями заглупления ножа отвала в породу, худшим сцеплением колес с грунтом, значительным износом шин при перемещениях по неровному скальному основанию. На карьере Мурунтау используются пневмоколесные бульдозеры ДЗ-48 на базе трактора К-702 (рис. 6). Высокие технико-эксплуатационные данные этой машины - скорость движения свыше 30 км/час., тяговое усилие до 6 тс, возможность применения навесного оборудования массой до 2000 кг с гидравлическим приводом - позволили использовать его в качестве базового подвижного колесного бульдозера для открытых горных работ. Опыт эксплуатации этих машин в карьерных условиях полностью подтвердил технико-экономическую целесообразность применения колесных бульдозеров для выполнения самых различных работ. Благодаря высокой мо-

бильности один пневмоколесный бульдозер может при выполнении вспомогательных работ в карьере заменить 2-3 бульдозера на гусеничном ходу, что позволяет снизить стоимость работ более чем в два раза. Непродолжительная, эффективная зачистка подъездных автодорог к экскаваторам сократила простои горнотранспортного оборудования, вследствие чего повысилась и производительность экскаваторов. Техническая характеристика мобильной техники для выемочно-погрузочных, дорожно-строительных и вспомогательных работ представлена в табл.

Специалистами Навоийского ГМК разработана и внедрена в производство установка по перевозке передвижных опор линий электропередач на базе колесного трактора К-701 (рис. 7), которая дала возможность оперативно и без отключения пересекающих линий электропередач доставлять опоры в любое место производства работ, тем самым, существенно уменьшив количество и время остановок экскаваторов и буровых станков. Разработан и внедрен перегонный комплекс на базе автосамосвала БелАЗ-7519 (рис. 8) для перегона экскаваторов электрического типа. Схема перегонного комплекса позволяет использовать его не только для перегона экскаваторов электрического типа (рис. 9) с емкостью ковша от 4 до 15 м³, но и в качестве источника для электросварочных работ, сбора и перевозки силовых электрических кабелей и других видов работ. Перегон буровых станков в карьере осуществляется с помощью гусеничного бульдозера D10N (рис. 10).

Таким образом, правильный выбор мобильного оборудования для выполнения работ различного назначения в условиях карьера Мурунтау позволяет обеспечить эффективную разработку месторождения с высокими технико-экономическими показателями.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МОБИЛЬНОГО ГОРНОГО И ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Махмудов А.М., декан Горного факультета НГГИ; **Давранбеков У.Ю.**, декан Зарафшанского Общетеchnического факультета НГГИ, канд. техн. наук; **Махмудов Ш.А.**, магистр кафедры «Горная электромеханика» ТашГТУ

Базой для повышения эффективности производства на открытых разработках являются: механизация и автоматизация всех основных и вспомогательных работ, рост единичных мощностей горного оборудования, переход от создания и внедрения отдельных машин и разработка, внедрение комплекса машин (КМ), т.е. взаимодействующих машин с автоматическим регулированием и управлением.

К особенностям эксплуатации КМ относятся: высокая техническая производительность, большая первоначальная стоимость, малый срок службы и тесная связь машин в комплексе как, например, «Буровая машина - выемочно-погрузочная машина - транспортная машина» («Б-Э-Т»).

Эффективность применения КМ определяется уровнем их использования, который во многом зависит от технического состояния каждой машины. Поэтому для достижения высокой выработки машин, снижения себестоимости добытой горной массы необходимо комплексно рассматривать эффективность использования КМ и, в первую очередь, обеспечить их техническое состояние работоспособным, что накладывает жесткие требования на комплекс эксплуатации и ремонт горного оборудования, т.е. безаварийную работу машин.

При анализе эксплуатации КМ важно знать в какой мере используются технические возможности машин, заложенные в конструкции.

С этой целью выполнен анализ использования технических возможностей буровой машины, карьерного экскаватора, транспортной машины по производительности и по времени.

Результаты анализа работы буровых машин показывают, что их технические возможности по производительности используются на 45-55 %. Соотношение между технической и эксплуатационной производительностью буровых машин колеблется в пределах от 0,3 до 0,71. По сравнению с лучшими показателями работы буровых машин - недоиспользуются по производительности на 35-40 % и по времени на 18-22 %.

В настоящее время наиболее трудоемким производственным процессом при разработке месторождений полезных ископаемых являются добычные работы, которые в основном производятся с помощью экскаваторов циклического действия.

Результаты анализа эксплуатации карьерных экскаваторов свидетельствуют, что их функцио-

нальный потенциал используется не полностью. Например, фактическая производительность карьерных экскаваторов обычно на 15-25 %, иногда на 45 % ниже расчетной производительности. Коэффициент использования календарного фонда времени карьерных экскаваторов составляет 0,4-0,62. Длительные простои в этот период времени приходятся на плановые и внеплановые ремонты. Продолжительность ремонта повышает нормативы на 25-40 %, что весьма заметно ухудшает показатели себестоимости, способствует значительному снижению эффективности функционирования экскаватора по годовой выработке, приходящейся на 1 м³ вместимости ковша [1, 2, 3].

Исследованиями установлено, что в современных условиях коэффициент использования по времени транспортных машин составляет 0,48-0,8.

Анализ показывает, что технические возможности КМ на карьерах реализуются не полностью. Годовой расход запчастей составляет 15-20 % от первоначальной стоимости машин. Затраты на ремонт машины за весь срок службы превышают ее стоимость в 3-5 раз.

Существующая система эксплуатации и ремонта горного оборудования не позволяет эффективно использовать весь парк высокопроизводительных дорогостоящих машин, особенно в условиях быстрого роста единичной мощности техники.

Из-за малой эффективности существующих служб ремонта наблюдаются значительные простои КМ вызванные неисправностью оборудования.

Низкие показатели использования КМ и большие затраты на техническое обслуживание и ремонт вызваны, главным образом, тем, что функционирование ремонтных служб карьеров регламентируется нормативными документами существующих комплексов ППР, для которых характерны планирование ремонтов с использованием постоянных ремонтных нормативов и периодическим методом ремонта. До сих пор не разработаны методологические основы проектирования ремонтных служб карьеров, оснащенных мобильным оборудованием.

Поэтому имеется необходимость разработки новых решений при правильной эксплуатации горно-технологического оборудования, а также разработка регламентов по техническому обслуживанию и ремонту. В связи с этим, необходимо установление закономерностей коэффициента использования горно-технологического оборудования в зависимо-

сти от непрерывного мониторинга оборудования и качества технического обслуживания и ремонта.

В процессе исследований производилась обработка статических данных горных предприятий, хронометражные наблюдения за эксплуатацией КМ и режимов технологических процессов функционирования горного производства, анализ и синтез методов мониторинга и средств технической диагностики, изучение результатов анализа данных, опубликованных в научно-технической литературе и опытом эксплуатации отечественных и зарубежных предприятий.

В результате исследований сделаны следующие основные выводы.

1. Режимы функционирования горно-технологического оборудования, а также его работоспособность от времени эксплуатации зависят параболической зависимостью.

2. С увеличением производственной мощности карьеров до 15, 30, 40, 50, и 100 млн т разработки горных пород, с переходом отработки глубоких горизонтов, необходимо применение выемочно-погрузочного оборудования емкостью ковша 15 м³ и более, с соответствующими автосамосвалами грузоподъемностью 130 т и более при расстоянии откатки, соответственно, 2-3, 5-7 и 10 км.

3. Для совершенствования технических осмотров, технических обслуживаний и ремонтов необходимо применять динамичную модельную систему эффективного технического осмотра, имеющую 3 стратегии – перспективное предприятие, профилактическое обслуживание и расчет производительности.

4. Для повышения эффективности горно-технологического оборудования, а также оценки качества работы оборудования применяется дистанционная система GPS. Устанавливается система непрерывного мониторинга Vital Information Management System- система управления жизненно важной информацией - мощный инструмент контроля над параметрами машины, который обеспечивает доступ для машиниста, обслуживающего

персонала, руководства к широкому диапазону жизненно важных функций машины для принятия правильного решения при снижении расходов на добываемую тонну руды.

5. Система непрерывного контроля расхода топлива и технических масел горно-транспортного оборудования позволяет достичь улучшения качества работы, снижения расхода топлива на 8-12 %, повышения производительности на 6,9-11,2 % за счет уменьшения холостых простоев на 14-16 % и увеличения скорости движения в среднем на 4,6 %.

6. По мере эксплуатации горно-транспортного оборудования наблюдается тенденция увеличения простоев гидравлических экскаваторов относительно канатных. К частым отказам экскаваторов с гидродвижением относятся: отказ гидросистем (выход из строя гидромоторов, гидронасоса, обрыв рукавов высокого давления), связанный с большой потерей гидравлических жидкостей; обрыв проушин крепления подвижной стенки ковша; обрыв крепления штоков гидроцилиндров открывания ковша; обрыв проушин траков гусеничных лент. К повторяющимся простоям канатных экскаваторов относятся: порывы канатов; обрыв проушин траков гусеничных лент; выход из строя подъёмной лебедки; трещины металлоконструкций и сварочных соединений.

7. В результате применения разработанных технических решений и регламентов по рациональной эксплуатации горно-технологического оборудования и мониторинга простои оборудования снижаются на 14-16 %, при этом только снижение простоя оборудования по одному автомобилю дает экономический эффект 4,82 млн сумов, по 82 автосамосвалом – около 400,0 млн сумов.

Список литературы:

1. Кучерский Н.И. и др. Совершенствование процессов открытой разработки сложноструктурных месторождений эндогенного происхождения. Ташкент: Фан. 1998.
2. Материалы годовых отчетов производственных подразделений НГМК.
3. Календарные планы горных работ рудников НГМК.

УДК 501.5

© Чарыев Я.Ч., Камолов И.Р. 2006 г.

ЗНАЧЕНИЕ И РОЛЬ ПРИБОРОВ НА ОСНОВЕ InP В ОПТОЭЛЕКТРОНИКЕ

Чарыев Я.Ч., профессор Туркменского государственного Учительского института, доктор физ. - мат. наук;
Камолов И.Р., старший преподаватель кафедры «Физика» НГПИ

Основная задача современной электроники заключается в увеличении скорости обработки потока информации, повышении коэффициента полезного действия рабочих частот, снижении потребляемой мощности, шумов и размеров схем [1]. Традиционное решение проблемы состоит в совершенствовании кремниевой технологии, уменьшении размеров

элементов, усложнении их конструкции, или же, применении материалов с большими потенциальными возможностями, к числу которых можно отнести фосфид индия и твердые растворы на его основе.

Стабильная модификация фосфида индия имеет кубическую структуру типа сфалерита [2, 3], посто-

янная решетки которой по данным различных авторов колеблется в пределах $5,86-5,88 \text{ \AA}$. Кроме того, в работе [4] было замечено существование метастабильной металлической модификации InP, которая имеет кубическую структуру типа NaCl ($a=5,31 \text{ \AA}$). Однако, значение параметра, приведенное в этой работе, является спорным. Авторы [5] считают, что в [4] перепутаны результаты определения постоянных решеток метастабильных металлических модификаций фосфида и арсенида индия, и для InP правильны значения постоянной составляет $5,541 \text{ \AA}$.

Удачное сочетание электрофизических свойств ставит InP по своей значимости на третье место после кремния и арсенида галлия. Монокристаллы фосфида индия, полученные методом зонной плавки, имеют n-тип проводимости, легированный InP обычно имеет дырочный тип проводимости. Поликристаллический фосфид индия применяют в качестве шихты жидкофазной эпитаксии и в качестве исходного материала для получения нелегированных монокристаллов, которые используются в качестве подложек для приборов СВЧ-техники. На подложках InP, имеющих высокое удельное сопротивление, создают полевые транзисторы. Но основное применение фосфид индия нашел в оптоэлектронике для изготовления излучателей и приемников, работающих в диапазоне длин волн 1,0-1,6 мкм [1].

Кроме чистого фосфида индия широко используются легированный InP, твердые растворы на его основе, МДП (металл-диэлектрик-полупроводник) и МОП (металл-тонкий окисный слой-полупроводник) - структуры. В настоящее время внимание исследователей привлекли к себе МОП - структуры с собственным окислом. Для получения оксидного слоя обычно применяют анодное, химическое, термическое и плазмохимическое окисление фосфида индия.

Из перечисленных способов окисления, предпочтительно химическое, так как оно является низкотемпературным, сравнительно простым и более щадящим для структурного совершенства поверхности фосфида индия на границе раздела окисел-полупроводник. Химические окислы могут быть получены при обработке его поверхности в растворах бромной воды, перекиси водорода или азотной кислоты. Однако, многие технологи используют HNO_3 , которая по сравнению с бромной водой обладает более высокой стабильностью. Основная трудность состоит в подборе оптимального режима окисления для получения необходимой толщины окисла, обеспечивающей неизменность электрофизических свойств при поверхностной области фосфида индия и сохранения кристаллического совершенства его поверхности, необходимого для дости-

жения низкой плотности поверхностных состояний на границе раздела окисел-полупроводник. Поэтому большое внимание следует уделять технологии окисления фосфида индия при постоянном контроле фазового состава поверхностного слоя.

Исходя из выше изложенного, нами проведен рентгенофазовый анализ поверхностного окисного слоя InP, полученного при различных режимах окисления.

Для рентгеновского анализа был представлен монокристаллический InP n- и p-типа, подвергнутый химическому окислению. Для выяснения фазового состава образующегося на поверхности InP окисного слоя был проведен рентгенофазовый анализ 10 образцов. На некоторых образцах поверхностный слой наблюдается визуально.

Анализ велся при движении счетчика со скоростями 1/16 об./мин и 1/32 об./мин, образец, соответственно, вращался со скоростью вдвое больше. Постоянная времени и щели подбирались экспериментально. Из-за большой разницы в интенсивности пиков фосфида индия и окисного слоя, предварительно была снята дифрактограмма InP до химического окисления. Для получения пиков поверхностного слоя, во избежание зашкаливания самописца и порчи дефектора, съемка велась участками, не включающими углы отражения InP. Интенсивность полученных пиков оценивалась по их высоте в десятибалльной шкале относительно самого большого пика.

Все исследованные нами образцы с собственным окисным слоем были гетерогенными. В зависимости от фазового состава их можно разделить на две группы. Для анализа нами выбраны два образца (№ 1 и № 2) по одному из каждой группы, которые дали наиболее четкие дифрактограммы (табл. 1, 2). Образец № 1 подвергался действию HNO_3 в течение сорока секунд, окисный слой различим визуально. Съемка дифрактограммы этого образца была проведена через несколько суток после его химического окисления. На дифрактограмме выделены пики, принадлежавшие $\text{In}(\text{PO}_3)_3$ и InPO_4 . Интенсивность

самого сильного пика (InPO_4 , $a=2,67 \text{ \AA}$) была принята за 10 баллов и все остальные пики оценивались

Таблица 1

Результаты рентгеноанализа образца №1

№ линии	Наши данные		Данные [6]		Фазовый состав
	I	$d, \text{ \AA}$	I	$d, \text{ \AA}$	
1	8	4,50	81	4,43	InPO_4
2	5	4,08	42	4,00	InPO_4
3	6	3,95	100	3,99	$\text{In}(\text{PO}_3)_3$
4	3	3,52	80	3,52	$\text{In}(\text{PO}_3)_3$
5	10	2,68	100	2,69	InPO_4

по их высоте относительно этого пика. В табл.1 приведены значения межплоскостных расстояний этих пиков и проведено их сравнение с данными [6].

Образец № 2 подвергался действию HNO₃ в течение пятнадцати секунд, в результате получен тонкий оксидный слой, почти не наблюдаемый визуально. Интенсивность пиков на дифрактограмме образца № 2 значительно меньше, чем интенсивности пиков образца № 1, что объясняется меньшей толщиной окисного слоя образца № 2. Образец № 2 был снят на дифрактометре через сутки после его

химического окисления. В этом свежоокисленном поверхностном слое кроме пиков, принадлежащих InPO₄ и In(PO₃)₃, были обнаружены пики, принадлежащие In₂O₃. В табл. 2 приведены результаты фазового анализа этого слоя и данные [6] для сопоставления.

Удовлетворительное совпадение наших результатов с данными [6] (табл. 1 и 2) позволило достаточно надежно установить фазовый состав поверхностных окисных слоев на InP, полученных химическим окислением. При этом следует отметить, что фазовый состав окисных слоев зависит от режима окисления (например, от длительности воздействия азотной кислоты).

Таблица 2

Результаты рентгенофазового анализа образца №2

№ линии	Наши данные		Данные [6]		Фазовый состав
	I	d ₃ ,А	I	d ₃ ,А	
1	8	4,44	81	4,43	InPO ₄
2	4	4,03	42	4,00	InPO ₄
3	4	3,95	100	3,99	In(PO ₃) ₃
4	6	3,52	80	3,52	In(PO ₃) ₃
5	2	2,90	100	2,91	In ₂ O ₃
6	10	2,67	100	2,69	InPO ₄
7	1	2,51	80	2,51	In ₂ O ₃
8	1	1,75	60	1,78	In ₂ O ₃
9	1	1,75	60	1,78	InO

Список литературы:

1. Фосфид индия в полупроводниковой электронике. Под ред С.И. Радауцана. Кишинев Штинца 1988. 294 с.
2. Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. Под ред. Я.С.Уманского. М. Физматгиз 1961. 863 с.
3. Физико-химические свойства полупроводниковых веществ: Справочник М. Наука 1979.339 с.
4. Gsechneider K. Herworth Metallurgy High Pressures and High Temperatures. New York . London. 1964. 201 p.
5. Pearson W.B.Handbook of lattice Spacings and structures of metals and alloys/ Oxford. London/ New York. Pergamon press. 1967. vol 2.1018 p.
6. ICPDS. Diffraction Date Cards and olphabetical and Groped humerical Index of x-ray Diffraction Date. Inogranic_Philadelphia 1964-1977.

УДК 536.46 : 536.6

© Жумаев З.Ш., Абдуллаев Ф.А., Джураева Н.М., Эшпулатов Б. 2006 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕССЫ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ СТРУИ В ОГРАНИЧЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Жумаев З.Ш., профессор кафедры «Математика» БухГУ, докт. техн. наук; Абдуллаев Ф.А., старший преподаватель БухГУ; Джураева Н.М., ассистент кафедры «Математика» НГИ; Эшпулатов Б., ассистент кафедры «Математика» БухГУ

Проблема адекватного описания не только трехмерных, но и даже двухмерных турбулентных струйных течений, не реагирующих газов и реагирующих газовых смесей до настоящего времени остается в механике и прикладной физике одной из самых сложных. Сложность рассматриваемой проблемы связана, с одной стороны, с незавершенностью теории турбулентности, с другой, со специфическими особенностями турбулентных течений при наличии химических реакций, заключающихся в чрезвычайно сложном характере взаимного влияния процессов турбулентного переноса и кинетики на процессы тепло- и массообмена. Фундаментальные уравнения динамики жидкости основаны на универсальных законах сохранения: массы, энергии и

количества движения. Для замыкания системы к уравнениям, полученным из упомянутых выше законов сохранения, следует добавить соотношения, устанавливающие связь между свойствами жидкости. Примером такого соотношения может быть уравнение состояния, связывающее термодинамические параметры жидкости: давление (P), плотность (ρ) и температуру (T).

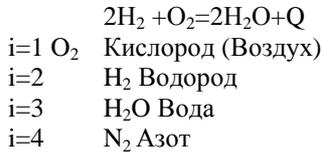
При описании внутренних течений в канале используются следующие основные допущения.

1. Течение является вязким двумерным, плоским.
2. Отсутствует сила тяжести.
3. Тепловые потери происходят за счет теплопроводности, т.е. по закону Фурье количества дви-

жения:

$$r q = -k \Delta T \quad (***)$$

В данной статье решена нестационарная задача распространения водорода в воздухе, химическая реакция которого имеет вид:



Система дифференциальных уравнений, описывающих рассматриваемый физический процесс, в приближении турбулентного пограничного слоя имеет вид [1-5]:

$$\frac{\partial r}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} [r u] + \frac{\partial}{\partial y} [r J] = 0 \quad (1)$$

$$r \frac{\partial u}{\partial t} + r u \frac{\partial u}{\partial x} + r J \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left[r e \frac{\partial u}{\partial y} \right] - \frac{\partial P}{\partial x} \quad (2)$$

$$r \frac{\partial h}{\partial t} + r u \frac{\partial h}{\partial x} + r J \frac{\partial h}{\partial y} = \frac{1}{Pr} \frac{\partial}{\partial y} \left[r e \frac{\partial h}{\partial y} \right] \quad (3)$$

$$r \frac{\partial C_i}{\partial t} + r u \frac{\partial C_i}{\partial x} + r J \frac{\partial C_i}{\partial y} = \frac{1}{Sc} \frac{\partial}{\partial y} \left[r e \frac{\partial C_i}{\partial y} \right] + w_i \quad (4)$$

i:= 1.4

Эта система дополняется уравнениями полной энтальпии, состояния газовой смеси:

$$P = R_0 \frac{r}{m} T \quad (5)$$

$$C_p = \sum C_i C_{pi} \quad (6)$$

$$m = \left(\sum_{i=1}^N \frac{C_i}{m_i} \right)^{-1} \quad (7)$$

$$h = C_p T + \sum C_i h_i^* \quad (8)$$

Относительно коэффициента турбулентного обмена использована модифицированная модель

$$\text{Прандтля: } e = \left(\frac{r}{r_0} \right)^a b(x) \left| \frac{\partial u}{\partial y} \right| \quad (9)$$

Относительно скорости химической реакции предполагается, что она протекает в одном направлении, а её скорость описывается формулой Аррениуса:

$$w_i = K(T) \frac{C_i^g}{m_i^g} r^g_i \exp \left(- \frac{E}{R_0 T} \right) \quad i:= 1.4 \quad (10)$$

Для определения давления используется интегральное условие главного выбора количества движения:

$$\int (r u^2 + P) dy = N_0 \quad (11)$$

Уравнения 1-11 решаются при следующих граничных условиях и нормальном атмосферном давлении (предполагаем, что процесс осе симметричен):

$$t \geq 0, x = 0: \begin{cases} u = u_0, J = 0, h = h_0, C_i = (C_i)_0, \\ r = r_0, T = T_0 \text{ при } 0 \leq y \leq a \\ u = u_1, J = 0, h = h_1, C_i = (C_i)_1, \\ r = r_1, T = T_1 \text{ при } a < y \leq R \end{cases}$$

$$t \geq 0, x > 0: \begin{cases} \frac{\partial u}{\partial y} = 0, \frac{\partial h}{\partial y} = 0, \frac{\partial C_i}{\partial y} = 0, J = 0 \\ \text{при } y = 0 \\ u = 0, \frac{\partial h}{\partial y} = 0, \frac{\partial C_i}{\partial y} = 0, J = 0 \\ \text{при } y = R \end{cases}$$

Все обозначения общеприняты см. [5]. Система уравнений 1-4 с учётом 5-11, а также граничных условий решается численно с применением относительно временной координаты явной схемы и относительно пространственной координаты неявной схемы. Проведено исследование влияния исходных параметров на процесс перемешивания и горения, таких как начальная и входная температура, начальная и входная скорости.

Результаты рассмотрены, также, в виде графиков изменения продольной скорости при y=0. Таким образом, установлено, что при увеличении скорости входного потока увеличивается дальность струи, фронт пламени и скорость. Обратный процесс происходит при увеличении температуры входного потока.

Список литературы:

1. Абрамович Г.Н., Крашениников Ю.С., Секундов А.Н. и другие. «Теория турбулентных струй». М.: Наука. Глав.ред.физ.-мат. литературы. 1984
2. Ю.В.Лапин. «Турбулентный пограничный слой в сверхзвуковых потоках газа». М.:Наука. 1982
3. Лойцянский Л.Г. «Механика жидкости и газа». М.:Наука.глав.ред.физ.-мат.лит.-ры. 1986 г.
4. Алиев Ф., Жумаев З.Ш. «Струйные течения реагирующих газов». Ташкент. Изд-во «Фан» 1987.
5. Жумаев З.Ш., Саидов Х.К., Хожиев С.Х. «К расчёту круглых турбулентных струй газов в спутном потоке воздуха при диффузионном горении». //В сб. «Механика жидкости и газа многофазных сред» 1991. стр. 120- 126с.

МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ КОНТАКТОВ Au-n-InP С ПЕРЕХОДНЫМ СЛОЕМ В ПРОЦЕССЕ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ

Камолов И.Р., ст. преподаватель кафедры «Физика» НГПИ

Типичные вольтамперные характеристики (ВАХ) диодов Шоттки Au-n-InP, сформированы электрохимическим осаждением Au после различных температурных обработок, представлены на рис. 1. Влияние температуры отжига на отдельные параметры исследуемых диодов показано на рис. 2.

Из них следует, что отжиг диодов Au-n-InP приводит к существенному изменению практически всех параметров контактов. Наиболее интересна область от 373 до 523-573 К, когда с увеличением температуры отжига происходит улучшение характеристик диодов: уменьшается ток насыщения,

сивности процессов взаимодействия, происходящих на границе раздела Au-n-InP при этих температурах.

Анализ более полной информации, полученной в ходе эксперимента показывает, что атмосфера отжига изменяет лишь количественную сторону происходящих изменений в области температур 373-573 К, не влияя на характер зависимости параметров диодов от температуры отжига. Правда, эти отличия могут быть обусловлены различием в условиях проведения эксперимента [1-5]. Если при отжиге в водороде диоды вносились сразу в горячую зону, то при отжиге в вакууме они нагревались

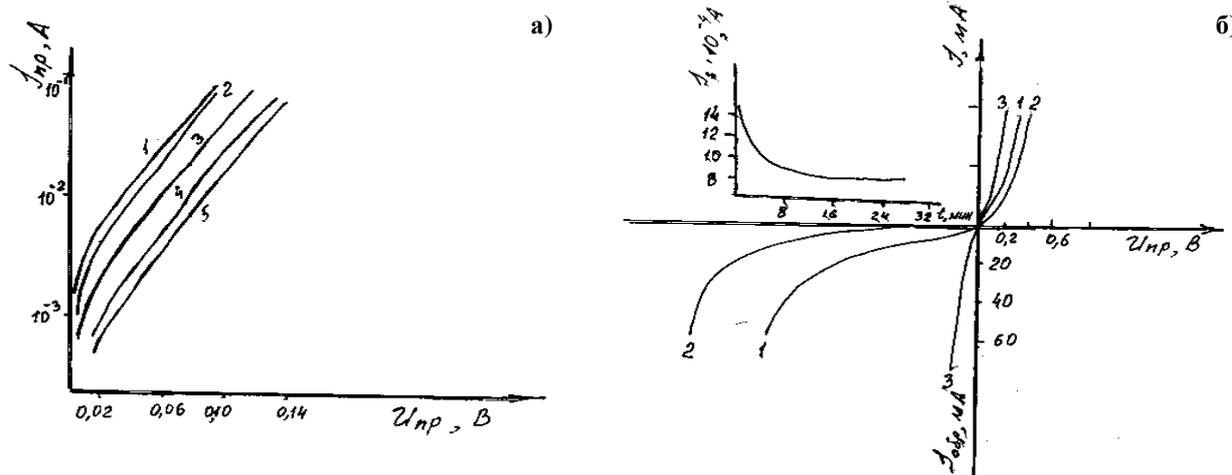


Рис. 1. Прямые (а) и обратные (б) ветви ВАХ диодов Шоттки Au-n-InP после различных тепловых обработок: 1 - до отжига; 2 - $T_{отж}=373$ К; 3 - $T_{отж}=423$ К; 4 - $T_{отж}=473$ К; 5 - $T_{отж}=523$ К; 6 - $T_{отж}=573$ К; 7- 623 К

расширяется область экспоненциальной зависимости (ОПЗ) прямого тока от напряжения смещения, наблюдается рост коэффициента выпрямления, контактного сопротивления и напряжения пробоя. Это позволяет использовать тепловую обработку в данном температурном интервале для оптимизации параметров диодов Au-n-InP.

Дальнейшее увеличение температуры отжига приводит к резкому ухудшению характеристик диодов Шоттки Au-n-InP, и при температуре 613-633 К они становятся омическими с приведенным сопротивлением $<10^3$ см².

При этом происходит изменение морфологии контактов Au-n-InP, свидетельствующее об интен-

вместе с печью.

Для диодов Шоттки M-InP с концентрацией электронов - 10^{16} см⁻³ основным механизмом переноса является термоэлектронная эмиссия носитель заряда над потенциальным барьером. Она сохраняется и в процессе отжига при температурах ниже 573 К, о чем свидетельствует постоянство коэффициента неидеальности ВАХ и наклона обратных ВАХ. Так как контактное сопротивление и ток насыщения связаны с параметрами контакта соотношением:

$$R_k = \frac{kT}{q} \frac{1}{I_s} = \frac{B}{T} \exp \frac{\Phi_0}{kT},$$

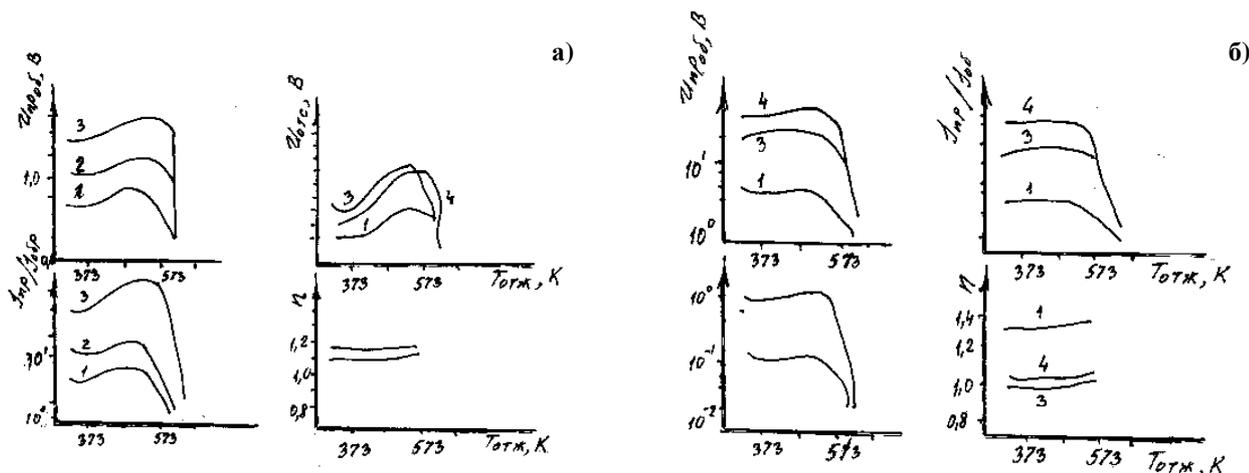


Рис. 2. Влияние отжига в водороде (а) и в вакууме (б) на параметры диодов Шоттки Au-n-InP с различной концентрацией носителей заряда:
 1. $N_D-N_A=1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$; 2. $N_D-N_A=1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$; 3. $N_D-N_A=2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$; 4. $N_D-N_A=9 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$

то, отсюда следует, что изменение тока насыщения и R_K , наблюдаемое при тепловой обработке могут быть связаны только с изменением эффективной высоты потенциального барьера. Изменение $\Phi_B^{эф}$ зависимости от температуры отжига, рассчитанное в соответствии с изменением и R_K , представлено на рис. 3.

Аналогичное поведение характеристик в про-

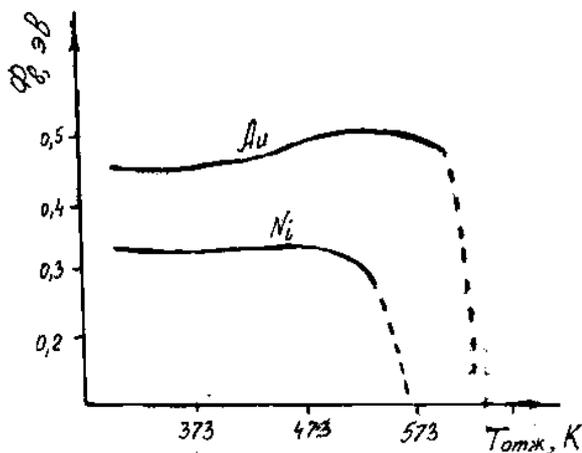


Рис. 3. Влияние температуры тепловой обработки на высоты потенциальных барьеров контактов Au-n-InP (1) и Ni-n-InP (2)

цессе тепловой обработки наблюдается и для диодов Ni-n-InP. Влияние температуры отжига на высоту потенциального барьера контактов Ni-n-InP см. на рис. 3. При этом контакты становятся омическими уже при $T_{отж}=543-593 \text{ К}$ без заметного изменения металлургических свойств.

Ближкие закономерности в изменении электрических характеристик в процессе термообработки мы наблюдали и для контактов Cu-n-InP, когда после участка некоторого ухудшения выпрямляющих свойств при $T_{отж}=373-473 \text{ К}$ отмечается восстановление характеристик при $T_{отж}=523-573 \text{ К}$, сопровождающееся ростом Φ_B и уменьшением коэффициента неидеальности ВАХ. В последующем при $T_{отж}>523 \text{ К}$ происходит заметная деградация параметров диодов, которая при $T_{отж}>623 \text{ К}$ приводит к потере выпрямляющих свойств.

Так как характеристики диодов M-n-InP хорошо описываются моделью контакта с промежуточным слоем и поверхностными состояниями, а закономерности изменения параметров барьеров Шоттки в процессе отжига не зависят от концентрации носителей заряда в полупроводнике и атмосферы отжига, то можно предположить, что изменение эффективной высоты потенциального барьера, а значит и свойств контакта связаны с изменением параметров границы раздела металл-полупроводник: толщины и диэлектрической проницаемости промежуточного слоя и их энергетического распределения.

Список литературы:

1. Чарыев Я., Базарова С., Камолов И. Модель контакта металл-полупроводник // Труды научной конференции "Актуальные проблемы прикладной математики, физики и энергетики", посвященной IV годовщине нейтралитета Туркменистана.
2. Радауцан С.И., Вернер В.Д., Руссу Е.В., Радауцан Г.И. "Некоторые аспекты применения фосфида индия в микроэлектронике. Полупроводниковые материалы и приборы". Под ред. Радауцана С.И. Кишинев. Штиинца 1987 3-29 с.
3. Takachi Suginom, Hiroyuki Yamamoto, Voshifumi Sakamoto et. al. Effect of Phosphine-plasma treatment on characteristics of Au-n-InP Schottky junctions // Jap. J. of Appl. Phys, Part 2, V. 30. N 8B, 1991, L 1439-1442.
4. Божков В.Г., Солдатенко Х.В., Якубеня М.П., Ятис А.А. Межфазное взаимодействие в контактах фосфида индия с металлами I группы. Изв. ВУЗов Физика 1986. Т 29 N 1. 8-13 с.
5. Стриха В.И., Бузанева Е.В., Радзиевский И.А. "Полупроводниковые приборы с барьером Шоттки". М. Сов. радио. 1974. 248 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ИНТЕРПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Каримова Д.А., ассистент кафедры «Химия» НГПИ

Исследована кинетика взаимодействия линейных полимеров со сшитой полиакриловой кислотой (сПАК) в среде диметилформамида (ДМФ). Показано, что реакция формирования интерполимерных комплексов протекает путем движения резкого фронта цепей полимерного основания внутри геля полиакриловой кислоты. Увеличение молекулярного веса интерполимерных комплексов приводит к замедлению скорости интерполимерной реакции. Продукты исследованных реакций набухают в воде и эффективно сорбируют низкомолекулярные ионы из водных растворов. Набухшие в воде интерполимерные комплексы и композиционные материалы электроконтрактивны. Высушенные интерполимерные комплексы и композиции на их основе эластичны и способны удлиниться на 500%.

Изучение макромолекулярных систем, способных к самоорганизации путем кооперативных реакций представляет большой теоретический интерес. К таким реакциям относится взаимодействие химически комплементарных макромолекул в растворе интерполимерных комплексов и композиционных материалов на их основе, отличающихся от других проводящих полимеров тем, что они переходят в проводящее состояние в результате кислотно-основного взаимодействия между атомами азота цепи полимера и протонными кислотами [1, 2].

Нами, ранее, было показано образование интерполимерных комплексов электропроводящих полимеров с линейными полимерными кислотами [3].

В данной работе исследованы макромолекулярные реакции электропроводящих полимеров со сшитой полиакриловой кислотой в растворах диметилформамида, изучены некоторые свойства набухших и высушенных интерполимерных комплексов и композиций на их основе.

Авторами [4] получены и изучены проводящие гели на основе высокомолекулярного полиэтилена с поли-3-октилтиофеном. Однако гель высокомолекулярного полиэтилена не содержит ковалентных сшивок, так как он был получен путем термообратимого гелеобразования. Кроме того, в этом случае отсутствует химическое взаимодействие поли-3-октилтиофена с гелем полиэтилена. Изученные нами реакции можно рассматривать как кислотно-основное взаимодействие цепей полианилинов со сшитым полимерным допантом. Варьируя молекулярный дизайн таких систем, можно получать но-

вые интермакромолекулярные композиции с заданными свойствами. Полученные интерполимерные композиции могут найти применение как эффективные сорбенты, селективные мембраны и носители лекарственных веществ.

Интерполимерный комплекс был получен окислением ароматического амина эквивалентным количеством персульфата аммония в 1н HCl при температуре 5°C [5]. Интерполимерные комплексы синтезировали также электрохимическим методом в среде 0,2 м HCl при потенциале +0,8 в [отн. нас. к.э.], исходная концентрация полимеров в электрохимической ячейке была 0,1 м/л. Полученные обоими способами порошки интерполимерных комплексов промывались избытком 1,0 м HCl, 8% аммиаком и высушивались в динамическом вакууме при 60 °C.

Фракционирование интерполимерных комплексов и композиционных материалов на их основе экстрагировали 150 мл ацетонитрилом или ацетоном в течение 20 часов. Не растворившийся осадок отделяли центрифугированием и фильтрованием через стеклянный фильтр. Далее высушивали раствор и осадок в вакууме при 60 °C. Полученные фракции растворяли в свежеперегнанном ДМФ, в течение 48 часов центрифугировали и фильтровали. Концентрацию растворов определяли высушиванием 5 мл раствора до постоянного веса. Средние молекулярные веса фракций определяли методом гельхроматографии. В качестве стандартов использовали фракции полистирола.

Гели полиакриловой кислоты получали по следующей методике: в 10 мл перегнанной акриловой кислоты растворили 0,2 г сшивателя метиленбисакриламида. После чего акриловую кислоту с метиленбисакриламидом добавили к 100 мл дистиллированной воды, и туда же добавили 0,025 г инициатора- персульфата аммония и 0,025 г активатора бисульфата калия. Реакцию проводили в стакане при 40 °C в течение 24 часов. Полученный гель ПАК выдерживали в воде, а затем - в ДМФ.

Исследование кинетики интерполимерных реакций

К 1,45 г геля ПАК добавили 25 мл 0,0001 м раствора интерполимерного комплекса. Концентрацию интерполимерных комплексов и композиционных материалов на их основе в растворе контролировали по поглощению растворов при 600 нм. Продукты интерполимерных реакций высушивали при 60 °C в

динамическом вакууме до постоянного веса. Электронные микрофотографии снимали на электронном сканирующем микроскопе ESM 20 HITACHI (увеличение 40000 раз). UV-VIS спектры снимали на спектрометре SF-421-A HITACHI. ЭПР спектры снимали на спектрометре SFC-200D BRUKER. Молекулярный вес фракций интерполимерных комплексов и композиционных материалов определяли методом гель-проникающей хроматографии на хроматографе HG 1304 (USSR) в растворе диметилформамида.

Результаты:

Реакция образования интерполимерного комплекса протекает путем движения резкого фронта линейного полиоснования внутрь геля поликислоты. Четкую границу поликомплекс геля ПАК можно видеть на электронной микрофотографии среза набухшего полупродукта реакции. ЭПР исследование интерполимерных продуктов свидетельствует о формировании парамагнитных центров в результате интерполимерной реакции протонирования. С увеличением конверсии интенсивность ЭПР сигнала возрастает. Этот результат подтверждает картину фронтального движения цепей полимерного основания внутрь геля полиакриловой кислоты.

В результате завершения реакции наблюдается уменьшение объема исходного геля в 3-5 раз. Процесс образования интерполимерного комплекса можно изобразить следующим образом.

Следует отметить, что продвижение фронта поликомплекса внутрь геля ПАК лимитируется концентрацией полимерного основания во внешнем растворе. Состав получаемого комплекса так же зависит от концентрации полианилина или полиорто-толуидина в исходном растворе.

В результате интерполимерного взаимодействия убывает концентрация полимерного основания вне геля во внешнем растворе. Регистрируя концентрацию несвязанных с гелем макромолекул в растворе можно контролировать скорость протекания реакции. С увеличением молекулярного веса линейных цепей скорость их вхождения внутрь геля убывает. Этот результат можно объяснить стерическими и конформационными затруднениями при передвижении высокомолекулярных цепей внутрь геля.

В присутствии низкомолекулярной соли скорость сорбции убывает. По-видимому, это результат конкурентного взаимодействия ионов и электростатического экранирования зарядов реагирующих макромолекул. При погружении продуктов интерполимерных реакций в диметилформамид не наблюдается десорбции линейных цепей из геля. Это свидетельствует о прочном химическом взаимодействии за счет образования множества слабых солевых связей. Высушенные продукты реакций эластичны ниже соотношения ПАК/гель ПАК=1/3. Анализ электронных микрофотографий показывает, что в эластичных композициях на ос-

нове шитой ПАК отсутствуют надмолекулярные образования. В случае же электрохимически полученных композиций на основе линейной ПАК и ПАНИ образуется фибриллярная сетка. По-видимому, различия в морфологии связаны как со способом получения композиций, так и с наличием швов в полимерной кислоте.

Интерполимерные гели хорошо набухают в водных растворах. При погружении интерполимерного гидрогеля в водный раствор щелочи наблюдается продвижение фиолетово-синей границы внутрь объема комплекса. При погружении же гидрогеля в водный раствор HCl можно видеть движение зелено-синей границы.

Интерполимерные гидрогели могут участвовать не только в кислотно-основных реакциях. Так, при погружении интерполимерного гидрогеля в водный раствор $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ протекает эффективная сорбция ионов меди с образованием тройного полимер-металлического комплекса. В результате сорбции ионов меди наблюдается более значительное уменьшение объема интерполимерного комплекса по сравнению с гелем ПАК. Эффективное сшивание комплекса можно объяснить взаимодействием как карбоксильных, так и аминогрупп интерполимерного комплекса с ионами меди.

Интересно отметить, что гели ПАК и ИПК способны уменьшать объем при наложении на них электрического поля. Такая электроконтракция сопровождается выходом растворителя на поверхность гелей.

Обычно интерполимерные комплексы допируются низкомолекулярными кислотами. Работ, посвященных исследованию реакций образования интерполимерных комплексов с полимерными кислотами, в литературе мы не встречали. Изучение же таких реакций интересно как для выяснения природы процессов полимерного легирования, так и для создания новых электропроводящих полимерных материалов с варьируемыми физико-химическими свойствами.

В настоящее время синтезировано значительное количество электропроводящих полимеров [1, 2]. Однако, молекулярно-массовые параметры интерполимерных комплексов и их производных, их взаимосвязь с условиями синтеза и конечными свойствами продукта исследованы недостаточно. Трудности в этой области, очевидно, связаны с плохой растворимостью электропроводящих интерполимерных комплексов полимеров и их интенсивной окраской, что мешает исследованию молекулярно-массовых параметров абсолютными методами. Поэтому в литературе встречаются лишь единичные работы по определению молекулярно-массовых характеристик электропроводящих полимеров [3, 4].

Нами были исследованы молекулярно-массовые параметры поли-орто-толуидина и их взаимосвязь с

условиями синтеза методами гелепроникающей хроматографии и вискозиметрии. Синтез полианилина и поли-орто-толуидина проводили химическим методом в присутствии окислителя-персульфата аммония в водном растворе соляной кислоты, варьируя соотношение мономер-окислитель от 1:0,5 до 1:1,5 при прочих равных условиях, а также электрохимической полимеризацией 0,1 н раствора анилина и орто-толуидина в 0,2 н серной кислоты при анодных потенциалах 0,655, 0,7; 0,8; 0,9 и 1,0 отн. нас. к.э. В качестве рабочего электрода использовали платиновую пластину, а провозэлектрода – платиновую сетку. Полученные после очистки и высушивания порошкообразные образцы полианилина и поли-орто-толуидина растворяли в органических растворителях: Метилпирролидоне, диметилформамиде, тетрагидрофуране. Растворы для исследования молекулярной массы методами эксклюзионной хроматографии и вискозиметрии готовили путем растворения образцов в течение суток с последующим центрифугированием на препаративной центрифуге Т-24 со скоростью 10000 об /мин. Концентрацию растворов определяли спектрофотометрическим путем на спектрофотометре СФ-26 =600 нм. Хроматографические исследования проводили на скоростном жидкостном хроматографе ХЖ-1304. В качестве сорбентов использовали макропористые стекла с диаметром пор 1150⁰ и 250⁰ А со средним размером частиц 10±2 мкм. Применялась система из двух хроматографических колонок из нержавеющей стали длиной 30 см каждая и внутренним диаметром 0,4 см, упакованных названными сорбентами. Скорость подачи элюента составляла 15 мл/час. Гель-хроматограммы регистрировались с помощью рефрактометрического детектора. Оценку молекулярных масс проводили по калибровочной зависимости для стандартов полистирола «Вотерс» М/М 1,1; в связи с этим найденные молекулярные массы исследуемых образцов следует рассматривать как приближенные, поскольку химическая структура полистирола достаточно отличается от химической структуры интерполимерных комплексов.

Для уточнения молекулярной массы использовали фактор коррекции, рассчитанный по экспериментальным данным с помощью анилина.

Бимодальность молекулярно-массового распределения поли-орто-толуидина очевидно обусловлена гетерофазностью его полимеризации. Проявление только одного пика в тетрагидрофуране, по види-

мому, связано с плохой растворимостью полимера в данном растворителе.

При исследовании зависимости молекулярно-массовых характеристик исследуемых образцов от условий синтеза отмечено увеличение доли высокомолекулярных фракций полимера с увеличением концентрации окислителя в реакционной среде.

Об изменении соотношений фракций с низкой и высокой молекулярной массой судили по изменению площадей. В метилпирролидоне пик 1 имеет большую площадь, чем в диметилформамиде, что обусловлено лучшей растворимостью поли-орто-толуидина в метилпирролидоне.

Как показали исследования, ММР и ММ поли-орто-толуидина зависят также от продолжительности полимеризации. С увеличением продолжительности синтеза до 30 мин. средняя ММ полимера увеличивается, а мультимодальный характер ММР образцов с 9-минутной экспозицией переходит в унимодальный. Обнаруженная корреляция подтверждает предложенный ранее механизм полимеризации: растущая цепь формируется посредством окисления мономера с последующим присоединением к окисленному димеру и т.д.[4]. Следовательно, наблюдается ступенчатый поликонденсационный характер. Чем больше окислителя в реакционной среде, тем больше активных центров, способных к полимеризации, тем выше степень превращения и значения ММ.

Интересны также молекулярно-массовые характеристики образцов поли-орто-толуидина, синтезированного электрохимическим методом. Электрохимический синтез в отличие от химического позволяет получать образцы с более узким ММР.

Поли-орто-толуидин, синтезированный при различных потенциалах в диапазоне 0,65-1 В в потенциостатическом режиме, характеризуется более высокой долей фракций с большой ММ по сравнению с образцами, синтезированными химическим методом. Величина потенциала практически не влияет на молекулярно-массовые характеристики исследуемого полимера.

Таким образом, молекулярно-массовые параметры поли-орто-толуидина определяются условиями синтеза и поддаются целенаправленному регулированию. Полученные результаты способствуют пониманию механизмов полимеризации и проводимости, а также изучению эксплуатационных свойств электропроводящих полимеров.

Список литературы:

1. Diaz A. F., Kanazawa K.K., Gardini G. P. // *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 1979. N 14. P. 635-640.
2. Tourillon G., Garnier F. // *J. Elektroanal. Chem.* 1982. V. 135. N 7. P. 173
3. Diaz A. F., Logan J. A. // *J. Elektroanal. Chem.* 1980. V. 111. N 1. P. 111-116.
4. Dao L. H., Guay J., Leclere M. // *Synth. Metals.* 1989. V. 29 N 1. P. 383-389/
5. Akira W., Kunio M., Yasunozu I., Yoshito N. // *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 1978. N 1. P. 3-10.

ГУМИНОВЫЕ КИСЛОТЫ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА, ПОИСК И РЕАЛИЗАЦИЯ

Попов В.С., ст. научный сотрудник Института минеральных ресурсов Госкомгеологии РУз, канд. геол.-минер. наук;
Борминский С.И., ведущий инженер Института минеральных ресурсов Госкомгеологии РУз

Еще в последней четверти XIX века ученые придавали большое значение гуминовым веществам в питании растений. Изучение гумуса проходило под знаком признания его органо-минеральной структуры, предполагающей присутствие в нем минеральных элементов, конституционно связанных с гумусовыми веществами.

Эти представления получили наиболее основательное развитие в работах Л. Грандо (1872-1878 гг.), примирившего теорию органического питания растений Тэера с теорией минерального питания Либиха. Этим исследователем были заложены основы биохимической концепции о важной роли в питании растений гуминовых кислот как агентов химического разложения минералов почв и перевода элементов-биофилов из неусвояемого состояния в усвояемое. Уже тогда была осознана необходимость использовать в качестве удобрений, кроме навоза, другие природные органические вещества - торф и бурые угли. Однако опыты по использованию торфа и углей без предварительной технологической переработки (в природном состоянии) показали в целом слабую агрономическую эффективность. Толчок к постановке серьезных исследовательских работ по применению углей в качестве удобрений дала Лондонская топливная конференция (1928 г.), на которой был сделан специальный доклад профессора Киссель на эту тему.

Однако, первая разработка получения сложных органо-минеральных удобрений с использованием гуминовых кислот в виде амогумофоса, предпринятая в Научном институте удобрений и инсектофунгицидов профессором С.С. Драгуновым в 1936 г., оказалась неудачной. Проведенные испытания показали, что, в большинстве случаев, сложные органо-минеральные удобрения имеют меньшую эффективность, чем обычные минеральные удобрения. Причина, как выяснилось позже, заключалась в том, что удобрения вносили в очень больших дозах, не учитывая то, что растворимые формы гуминовых кислот в высоких концентрациях токсичны. А по предложенной технологии с максимальным насыщением торфа аммиаком получились удобрения, гуминовые кислоты которых характеризовались чрезмерной растворимостью. Первая неудачная попытка использования органо-минеральных удобрений задержала их внедрение в сельскохозяйственное производство.

Позже испытания проводились на гуматах и гу-

мофосах, приготовленных из торфов другими способами. Все проведенные вегетационные опыты и полевые испытания показали их высокое положительное действие. Испытания этого периода установили, что гуматы сильно повышают эффективность калия на супесчаной почве.

В сороковых и пятидесятых годах проблема получения и применения органо-минеральных и особенно гуминовых удобрений привлекла внимание украинских ученых [1, 2].

Тогда впервые была разработана технология производства органо-минеральных гуминовых удобрений из углистых сланцев путем последовательной обработки их едким калием и ортофосфорной кислотой. Основным удобрением такого типа был «гумкофос» (1940 г.). В этом удобрении, наряду с высоким процентом фосфора и калия, содержались полидисперсные формы гуминовой кислоты. Его применение на большинстве типов почв оказалось более эффективным, чем внесение эквивалентного набора минеральных удобрений. Однако, в связи с высокой стоимостью используемых реагентов, применение этого агрономически эффективного удобрения оказалось нерентабельным. В связи с этим, была разработана новая технология производства органо-минеральных гуминовых удобрений путем насыщения торфа 3 %-м раствором едкого натрия до полной влагоемкости с последующим кипячением водой (соотношение активного торфа и воды 1:10). Выход гумата натрия на 1 кг торфа в пересчете на 1 % раствор составляет 10 л. Двух - трехкратное внесение с поливными водами гумата натрия в концентрации 0,001-0,002 % повышает урожай в среднем на 20 %.

Позже был предложен способ получения сухого гумата натрия из любых каусобиолитов - торфа, бурого угля и выветрившегося каменного угля путем насыщения щелочью в пределах 150-200 % от емкости поглощения катионов [3].

В меньшем объеме с разной степенью детально-сти исследования были проведены по углегуминовым удобрениям. Бурые угли, исходное сырье для их получения, изучались в Подмосковном, Днепровском и Иркутском бассейнах. Все они характеризуются высоким содержанием гуминовых кислот. Однако, как показало изучение углей Днепровского и Подмосковного бассейнов, они без соответствующей обработки как удобрения не представляют интереса

[4, 5]. Удобрения, полученные из них высокоэффективны. Так, гумофос, приготовленный из углей Днепропетровского бассейна (содержит от 53 до 67 % гуминовых кислот) при дозе внесения 1 т/га прибавка картофеля и кукурузы соответственно составляет 24,5 и 31 %, томатов от 25 до 38 %.

Установлено, также, что наиболее эффективными формами углегуминовых удобрений на серых лесных почвах Иркутской области являются сухие формы гуматов аммония, применяемые в количестве 1 т/га под зерновые и 2 т/га под кукурузу на силос. Прибавка урожая сахарной свеклы - 20 %, кукурузы - 33 %. Количество белка в пшенице возрастает с 12,3 % (на сухой вес) в контроле до 16,74 % в углегуминовых вариантах [6].

С начала 60-х до конца 80-х гг. XX века разноплановые исследования углегуминовых удобрений проводились в Институте химии академии наук Узбекистана. Гуминовые удобрения (аммиачные соли гуминовых нитрогуминовых кислот) были получены здесь из выветрившегося бурого угля. При использовании таких удобрений в вегетационных опытах и полевых испытаниях наибольшая прибавка урожая (5,2 т/га) была получена при дозе внесения - 1 т/га. Стимулирующее действие гуминовых кислот проявляется в развитии корневой системы и надземной массы, растения раньше зацветают и на них быстрее созревают плоды. Активизируется жизнедеятельность микроорганизмов, что способствует минеральному питанию растений. Повышается жизнестойкость растений к неблагоприятным условиям внешней среды (температура, засоление). На зерновых культурах получены прибавки урожая 4 ц/га, на яблоках - 20-32 ц/га, на винограде - 20-30 ц/га, в открытом грунте на томатах - 45-70 ц/га, капусте - 80-85 ц/га, на картофеле - до 75 ц/га, на хлопчатнике - 3-7 ц/га. Снижается содержание в плодах нитратов относительно ПДК в 4-7 раз. Нормы внесения от 20 до 40 ц/га. Гуматы аммония используются в комплексе с минеральными удобрениями. Фосфорно-аммиачное гуминовое удобрение (ФАГУМ), полученное на основе аммофоса и гуматов аммония, испытывалось в вегетационных, деляночных и полевых опытах. Прибавка урожая хлопка сырца 10-15 % [7].

В настоящее время известно, что функция гуминовых кислот многогранна [8]. Однако длительное время гуминовые кислоты и их производные по существу рассматривались как мелиоранты, благотворно влияющие на развитие растений. Одни это связывали с улучшением физико-химических свойств почв, влиянием на проницаемость клеточной мембраны растений, другие приписывали гуминовым кислотам гормональные или буферные свойства, но все они считали, что гуминовые кислоты действуют на растения косвенным (опосредственным) образом, находясь вне растения. По мнению большинства исследователей, большие размеры молекулы гуминовой

кислоты исключали возможность ее проникновения через клеточную мембрану [9].

Однако, [1] своими исследованиями сумела доказать, что гуминовые кислоты в ионно-дисперсном состоянии проникают в растение и принимают активное участие в окислительно-восстановительных процессах, являясь с одной стороны, донором активированного кислорода, а с другой - акцептором водорода (Христева, 1951 и др.). В результате активизируются определенные виды реакций, приводящие к синтезу специфических соединений, и у растений происходят физиологические сдвиги (интенсивное развитие корневой системы и др.) способствующие повышению их жизнестойкости, урожайности и качества продукции.

Потребность растений в органических веществах и поглощение их растениями были подтверждены последующими исследованиями. Так, Л.Р.Пивоваров [10], установивший поглощение гуминовых кислот на ранней стадии развития картофеля, приходит к выводу, что потребление гуминовых веществ является такой же естественной необходимостью, выработанной растениями в процессе эволюции, как и восприятие минеральных солей.

Исследования с мечеными атомами [11] показали, что гуминовые вещества могут проникать не только в отдельные органы растений, но и в клетку, достигая ее важнейших органелл (ядра, митохондрии). Экспериментально установлено избирательное поглощение растениями различных минерально-гуминовых соединений из исходных гумусовых растворов. Качественно показано участие органической части гумусовых веществ в литобических процессах растений, в частности, возможность их окисления в растениях, а также выделение продуктов их трансформации.

Способность растений поглощать гуминовые кислоты, которые выполняют в них определенные физиологические функции и участвуют в обмене веществ, свидетельствует о том, что растения нуждаются не только в минеральном, но и органическом питании. Первые оценки масштабов поступления углерода гумуса в состав растений в естественных биоценозах показали, что в составе высших травянистых растений подзолистых почв приблизительно 1-2 % от общего количества углерода составляет углерод, полученный из гумусовых веществ. Для зеленых мхов эта величина достигает 10 %. Итак, гуминовые кислоты следует рассматривать и как мелиораторы, и как биостимуляторы.

Открытие физиологической активности гуминовых кислот стимулировало их изучение во многих странах мира. Оно и понятно, поскольку дальнейшее изучение роли гуминовых кислот в биосфере весьма перспективно. Учитывая биохимическое сходство важнейших структурных элементов у микроорганизмов, растений и животных, можно предполагать, что биологически активные вещества гумусо-

вой природы должны оказывать воздействие не только на клетки растений, но и на клетки микроорганизмов и животных. Имеющиеся сведения по биологической активности витамина группы В (рибофлавин), нуклеиновых кислот, меланиновых пигментов, жирных кислот и других органических соединений еще больше убеждают в реальности предположения об универсальности биологической активности гуминовых кислот. Проведенные биологические испытания подтверждают эту точку зрения. Так, например, было установлено, что гумат натрия стимулирует рост клеточной популяции фибробластов китайского хомячка и фибробластов человека, а также процесс размножения дрожжей [12]. Этот препарат, как адаптоген, повышает резистентность у крупного рогатого скота. А это значит, что для фармакологии открывается возможность создания новых препаратов (биостимуляторов, биорегуляторов).

Таким образом, в 50-70-е гг. XX века были проведены разноплановые исследования гуминовых кислот и их производных. Были получены различные виды гуминовых удобрений, широкое испытание которых показало высокую эффективность их применения. Однако, в производственной сфере сельского хозяйства недооценивали роль органических удобрений в земледелии. Недовнесение органических удобрений вело к прогрессирующему снижению гумуса в почвах.

Ранее существовало несколько многотоннажных предприятий, выпускающих углещелочной реагент (УЩР) для буровых растворов, получаемый в результате обработки щелочью бурых углей с высоким содержанием гуминовых кислот [13]. Кроме того, с 1958 г. налажено первое промышленное производство твердых гуминовых кислот на Тюменском аккумуляторном заводе. Но промышленное производство гуминовых удобрений, так необходимых для сельского хозяйства, отсутствовало.

После распада бывшего союза ситуация в сельском хозяйстве многих стран СНГ усложнилась: резко сократилось применение минеральных и органических удобрений, свертывание работ по сохранению к воспроизводству сельскохозяйственных земель привело к активной деградации почв. Это можно видеть на примере России [14]. Здесь к 2000 г. по сравнению с 1990 г. показатели по известкованию почв снизились в 14 раз, фосфоритованию - в 32 раза, применению органических удобрений - в 7 раз.

Несмотря на крайне низкую урожайность, вынос питательных веществ из почв в 5-6 раз превышает их поступление с удобрениями. По данным Государственной агрохимической службы России, 56 млн га пашни (95 %) характеризуется низким содержанием гумуса. Еще в 1992 г. большая группа ведущих почвоведов в редакционной статье первого номера «Почвоведение» показала всю остроту гуму-

совой проблемы. Отмечая большие потери гумуса, достигающие по некоторым районам 50 % от исходного содержания органического вещества, они приходят к выводу, что компенсировать даже меньшие по размерам потери в пахотных почвах в настоящее время очень трудно. Пути решения проблемы не рассматриваются. В этот период эффективного способа реанимации почв, заключающейся, прежде всего, в повышении содержания гумуса и удаления из них различных ядохимикатов, не существовало. Но несколько позже мы нашли способ решения этой проблемы, он заключается в применении бактериальных гуминовых удобрений.

В 1994-1997 гг. нами была разработана промышленная биотехнология получения бактериальных гуминовых удобрений из углеотходов углемоечной фабрики [15]. Она позволяет перерабатывать не только вещество бурого, но и каменного угля.

В течение нескольких лет полевые испытания проводились в УзНИИСВиВ им. Р.Р. Шредера (земляника, лимоны, яблони), в ширкате «Гулистан» (хлопок), на учебном полигоне Шахризабского сельскохозяйственного колледжа (капуста, кукуруза). Применение бактериальных удобрений с содержанием гуминовых кислот на органическое вещество 50 % и выше дает высокий разноплановый агрономический эффект: улучшают агрегатный состав почвы и ее водно-физические свойства, в ней возрастает содержание нитратного азота и подвижного фосфора. Повсеместно при дозе внесения 1-2 т/га они повышают урожай сельскохозяйственных культур на 20-30 % и улучшают качество продукции. Важнейшим свойством бактериальных гуминовых удобрений является их способность наращивать в почве содержание гумуса в течение вегетационного периода [16].

Почвы Узбекистана остро нуждаются в бактериальных гуминовых удобрениях, для их производства имеется сырьевая база и эффективная технология их получения. Казалось бы совершенно очевидной необходимость создания промышленных предприятий по их производству [17]. И такие предприятия по сей день не созданы.

В других странах и регионах до середины 90-х гг. XX века особого интереса использовать гуминовые удобрения не наблюдалось. Однако позже, судя по материалам из Интернета ситуация резко изменилась. Так, в России патентуется масса различных способов получения гуминовых удобрений и различных гуматов из угля и преимущественно из торфа. Начиная с 2000 г. появляются промышленные производства: фирма «Бигус», перерабатывающая сапрпель, крупное предприятие «Гумат» в Иркутске, выпускающее твердую и жидкую продукцию из угля. Открытое акционерное общество ОАО РТФК «Энергопром» организовало крупнотоннажное производство «Лигумин» - гуминового удобрения, получаемого из лигнина, ориентированного главным

образом на экспорт. В планах акционерного общества в течение двух лет осуществить запуск 10 заводов. На рынке США широко представлены различные препараты гуминовых кислот, по ценам значительно более высоким, чем в России. Необходимо отметить, что гуминовые удобрения России в большинстве случаев, очевидно, не бактериального изготов-

ления. На почвах со значительным дефицитом гумуса предпочтительнее применение бактериальных гумусовых удобрений.

Оценивая состояние проблемы гумуса на сегодняшний день, следует сказать, что лед все-таки тронулся, и гуминовые удобрения в ближайшее время сыграют решающую роль в повышении плодородия почв.

Список литературы:

1. Христева Л.А. Роль гуминовых кислот в питании растений. Труды почвенного института АН СССР, т.38, 1951.
2. Христева Л.А., Ярчук И.И., Кузько М.А. Физиологические принципы технологии гуминовых удобрений В сб. Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. - Харьков, Изд-во Харьковского университета, 1957, с. 163-184.
3. Ярчук И.И. Данные к технологии получения гуминовых удобрений из различных каустобиолитов. Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. Кн.2. - Киев: Госсельхозиздат УССР, 1962, с.433-443.
4. Иванов Н.Г. и Трушкина Н.И. Бурый уголь как удобрение. Труды НИУИФ, вып. 127, 1936. С.98-131.
5. Реутов В.А. Использование бурых углей Днепровского бассейна в качестве сырья для производства гуминовых удобрений в степной зоне УССР. Веб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения», ч.2. - Киев: Госсельхозиздат, 1962, с.445-467.
6. Ларина В.А., Мирошниченко Л.А., Киструсская Т.В. Опыт применения углегуминовых удобрений в условиях Восточной Сибири. В сб. Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения., ч.П. - Киев: Госсельхозиздат УССР, 1962, с. 405-421.
7. Забрамный Д.Т., Победоносцева О.И., Победоносцева Н.И., Умаров Т.Ж. Углегуминовые кислоты и их использование. - Ташкент, Изд-во «Фан» Узбекской ССР, 1980. 153 с.
8. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почвы и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ, 1990. 325 с.
9. Благовещенский А. Предисловие к статье Прозоровской «Влияние гуминовой кислоты и ее производных на поступление в растения азота, фосфора, калия и железа». Сб. НИУИФ, вып. 127., 1936.
10. Пивоваров Л.Р. О природе физиологической активности в связи с их строением. Сб. «Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения», ч.П, Киев: Госсельхозиздат УССР. 1962, с.101-121.
11. Фокин А.Л., Бобырь Л.Ф., Епишина Л.А. и др. О проникновении гумусовых веществ в клетки растений, т. V - Днепропетровск, Изд-во Днепропетровского сельскохозяйственного института, 1975, с. 38-56.
12. Горювая А.И., Грановский Н.М., Крайцова Л.В. и др. Влияние физически активных гуминовых веществ на радиорезистентность клеток млекопитающих и микроорганизмов. В сб. «Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. Т. V. - Днепропетровск, издание Днепропетровского сельхозинститута, 1975, с.224 - 234.
13. Кистер Э.Г., Жванецкий Е.Ф. О рациональной технологии производства углещелочного реагента. - Нефтяное хозяйство № 2, 1959, с. 33-37.
14. Предисловие редакторов Н.В. Милетенко и М.А. Комарова к совместному проекту стран СНГ «Агрономические руды и минеральные удобрения в обеспечении продовольственной безопасности» /Материалы к V сессии Межправительственного совета по разведке, использованию и охраны недр. - Москва - Жанатас. 2001.
15. Патент № JAP 02336. UZ - Способ получения удобрений, приоритет изобретений 14.01.1999. 2003 .
16. Попов В.С., Борминский С.И., Юсупходжаев М. Сохранение и восстановление содержания гумуса в почвах // Современные проблемы развития минерально-сырьевой базы Республики Узбекистан /Тез. науч. практ. конф. (2 октября 2001 г.) - Ташкент; ИМП, 2001. С.238-239.
17. Попов В.С. Создание промышленного производства бактериальных гуминовых удобрений - веление времени / Тез. науч. - практ. конф. мин. водн. и сельск. хоз-ва. - Ташкент, 2000.

УДК 622

© Бадалов С.Т. 2006 г.

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРНО-РУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ (на изотопном уровне)

Бадалов С.Т., профессор Института геологии и геофизики АН РУз, докт. геол.-минер. наук

В данной работе основное внимание уделяется вопросам, которые хотя почти и незаметны для проживающего вблизи горно-рудных предприятий населения, однако, по своей экологической значимости они являются важнейшими, т.к. это касается, главным образом, активного влияния нестабильных

изотопов химических элементов с распадом их атомов на жизнедеятельность всех органов и систем человека. Наиболее активными из них в условиях горно-рудных производств являются: уран-235; радий-226; радон-222; цинк-64; кадмий-113, самарий-152 и др. От содержаний и периодов полурас-

пада (T) каждого из них зависит количество распадов этих изотопов в единицу времени. В этом отношении наиболее опасным для организма человека является радон-222 с $T=3,8$ дня, а также радий-226 с $T=1700$ лет. Опасность радона заключается в том, что он находится в газовом состоянии и при дыхании оказывается в легких человека. За счет процессов их распада образуются: из радия-226 возникает радон-22, который в свою очередь переходит в свинец-206 [1].

Проблеме радона в некоторых районах Узбекистана (г. Янгибад, г. Алмалык и др.) была посвящена специальная статья А. Яфасова [2]. К сожалению, в этой работе не рассматриваются вопросы, связанные с источниками образования радона, т.к. при периоде полураспада всего 3,8 дня его содержание не может продолжаться длительное время и должно практически прекратиться за 15-25 суток. В данном случае все дело не столько в радоне, сколько в его постоянном восполнении за счет радия-226, количество которого должно быть соответственно в 170 тыс. раз больше. Отметим, что радий-226 при его $T=1700$ лет также может почти весь перейти в радон за время от 10 тыс. до 20 тыс. лет, что для геологического времени считается мгновением. В свою очередь источником восполнения радия-226 естественно служит уран-235 с величиной $T=7.10^8$ лет, количество которого на Земле за последние 4,5 млрд. лет уменьшилось в 130 раз и составляет в настоящее время всего 0,02 г/т (а было 2,6 г/т).

Таким образом, для восполнения содержания радия-226 в конкретном участке количество урана-235 должно быть больше, чем радия-226 почти в 500 тыс. раз. По этой причине проблема радона-222 зависит от его источников, которые только в состоянии динамического баланса и существуют совместно почти независимо от площади - от региона, района и вплоть до каждой жилой площади. Из данного очень краткого обзора по проблеме радона-222 совершенно очевидной является не столько значение самого радона, сколько всех источников его восполнения, нейтрализация которых и позволит однозначно решить все вопросы с нею связанные.

В зависимости от физического состояния (твердое, жидкое, газообразное и др.), формы нахождения и содержаний, имеющихся в конкретном участке тех или иных нестабильных изотопов, с распадом их атомов следует ожидать соответствующих этим процессам явлений. Если одна группа нестабильных изотопов с распадом их атомов более вредна для здоровья человека, чем полезна, то другая группа нестабильных изотопов с их изобарны-

ми превращениями, такие как калий-40 в кальций-40; рубидий-87 в стронций-87 и др., является фактически более полезной, чем вредной. Процессы превращений протекают спонтанно с образованием нового, аналогичного по массе элемента. Следует особо отметить, что вновь возникающие при этом элементы, как органогенные, т.е. возникшие в живом организме, оказываются более необходимыми организму человека (кальций, стронций и др.), чем из косной материи.

Распределение нестабильных изотопов в органах и системах человека неравномерное, что зависит от многих причин (формы нахождения, физического состояния и др.). Так, например, цинк, хотя и является весьма ценным элементом в работе печени, крови и других органов, однако в связи с возможными распадами его нестабильного изотопа цинка-64 нередко могут возникать различные болезни. Опасность от цинка-64 заключается и в том, что он составляет почти 49 % от общего его среднего содержания в Земле, равном около 80 г/т, т.е. почти 40 г/т. Данный изотоп цинка является самым легким из его 5 изотопов, что приводит к его более высокой летучести, особенно в металлургическом производстве (цинковый и др. заводы). Для сравнения отметим, что по общей массе в породах Земли цинка больше, чем меди, свинца и кобальта вместе взятых.

В горно-рудном производстве, почти независимо от извлекаемого ценного продукта (золото и др. в Кызылкумах; медь, золото и др. в Алмалыке; уголь и каолин в Ангрене; фосфориты и нерудное сырье в различных районах; подземная добыча золота и других ценных элементов и многие другие производства), опасные последствия возникают с самого начала эксплуатации, когда в результате взрывных работ в атмосфере оказывается огромное количество газов и пыли со всеми наиболее опасными нестабильными элементами и их изотопами. При дальнейшем производстве горных работ, особенно при карьерном способе отработки руд, экологические проблемы возрастают с глубиной карьера.

Опасность заключается в том, что высвобождаемый при отработке радон, как самый тяжелый и вредный элемент в газовом состоянии, постепенно накапливается на дне карьера. Нарушение экологического равновесия происходит и при последующих процессах добычи и переработки (дробление, истирание, получение концентрата и др.). При этом образуются отвалы пустых пород ("хвосты"), бедных руд и отходы различных производств, особенно металлургического, в которых наиболее опасные

элементы и их нестабильные изотопы находятся в различных, нередко более активных состояниях, чем их первичное нахождение в недрах. Возникающие в результате горно-рудного производства отходы, занимающие огромные площади в десятки и даже сотни км² (особенно в долине реки Ахангаран), а по своей массе вплоть до миллиардов тонн являются активными источниками рассеяния всех наиболее опасных химических элементов с их стабильными и особенно нестабильными изотопами (радон-226, радий-222, уран-235, цинк-64, кадмий-113 и др.).

Для всей долины реки Ахангаран наиболее опасными для экологической среды района следует считать изотопы цинка и, особенно, кадмия, которые попадают в атмосферу за счет металлургической переработки цинковых концентратов на цинковом заводе. Кадмий с его нестабильным изотопом Cd-113 в природных условиях, особенно при образовании полиметаллических месторождений, постоянно сопровождает цинк, изоморфно замещая его в сфалерите, единственном и уникальном его минерале-концентрате. Содержание кадмия в сфалеритах может достигать 10 и более процентов. В рудных месторождениях Карамазара, и в частности Алмалыкского рудного района, содержание кадмия в сфалеритах составляло местами до 2-3 %. При обжиге и плавке рудного материала в газовое состояние частично переходят цинк и кадмий со всеми их стабильными и нестабильными изотопами. Опасность этих изотопов в организме человека заключается в их спонтанном распаде, который может приводить к злокачественным заболеваниям, особенно в легких. Хотя кадмия в рудах меньше цинка почти в 800 раз, однако, он, оказываясь, по вредному воздействию на живое вещество, особенно человека, не менее опасным, чем цинк. Все дело в том, что у кадмия имеются более 10 нестабильных изотопов с очень короткими периодами их полураспада, тогда как более распространенный цинк, в котором нестабильный изотоп цинк-64 составляет почти 50 %, имеет период полураспада (T) равный $8 \cdot 10^{15}$ лет, т.е. практически он почти не распадается.

Из нестабильных изотопов кадмия наиболее активными следует считать:

- 1) Cd-104 и Cd-105, которых по 0,02 % от общего с T=57 минут;
- 2) Cd-107, его «0,04% с T=6,5 часов;
- 3) Cd-109, его «0,04% с T=453 года;
- 4) Cd-113, его 12,26% с T= $1,3 \cdot 10^{15}$ лет;
- 5) Cd-116, его 7,58% с T= 10^{17} лет;
- 6) Cd-117, его 0,01% с T=2,4 часа;
- 7) Cd-118, его 0,007% с T=49 минут;

8) Cd-117м с T=3,4 часа;

9) Cd-115м с T=44 дня и другие.

Кадмий с цинком участвует в создании сплавов-троллей, для снабжения электрическим током электротранспорта (трамваи, троллейбусы, электропоезда и др.), который при работе (особенно с выделением искр) выделяет значительное количество всех нестабильных изотопов этих элементов в атмосферу. На некоторых участках долины реки Ахангаран, где ранее эксплуатировались месторождения радиоактивных руд (Янгиабад и др.), при санитарной норме около 5 тыс. распадов радона в минуту в 1 м³ воздуха, до настоящего времени регистрируются до 600 тыс., а в некоторых точках Алмалыка до 50 тыс. распадов в минуту. Следует учитывать также, что при наиболее интенсивных методах обработки месторождений рудного и нерудного сырья в них активируются и самые стабильные элементы, особенно из группы моноизотопов, которых около 20. К ним относятся в первую очередь иод, цезий, фосфор, мышьяк, висмут, кобальт и др., каждый из которых может временно переходить в нестабильное состояние и иметь активное вредное воздействие на живое вещество, особенно на человека. Характерным примером служит авария на Чернобыльской АЭС, где в результате возникли активированные формы элементов-моноизотопов - йода и цезия, оказавшихся наиболее опасными на огромной площади вокруг АЭС.

Таким образом, из данного краткого рассмотрения проблемы вытекает, что почти в любом горно-рудном производстве, особенно с проведением вскрышных работ с помощью масштабных взрывных воздействий с последующей карьерной обработкой полезных ископаемых следует постоянно учитывать возможные негативные последствия для окружающей среды. Это воздействие может выражаться не только за счет газового состояния (в основном радона), но и в твердом и жидком виде - радий-226, уран-235, цинк-64, кадмий-113 и многих других нестабильных изотопов, возникших в процессе работ и оказавшихся на огромных площадях в виде отвалов, отходов производства (хвосты и др.).

Список литературы:

1. Бадалов С.Т. Биогеохимическая роль и значение химических элементов и их нестабильных изотопов в организме человека. "Горный вестник Узбекистана", № 1, 2005, с.93-97.
2. Яфасов А. Цветы радонового поля. Правда Востока, 7/П-2003, с.4.

ОЧИСТКА ПОЧВ ОТ МЕДИ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРО-СОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Петухов О.Ф., главный инженер ЦНИЛ НГМК, канд. техн. наук

Таблица 1

Содержание меди в верхнем слое загрязнённой почвы

Место отбора пробы	Проба	Содержание меди в почве, мг/кг	
		методом ИВА	атомно-абсорбционным методом
В пределах контура участка	1	2300,0	2300,5
	2	450,1	449,8
	3	74,8	75,2
	4	19,7	19,5
За пределами загрязнённого участка	6	1,3	1,4
	7	1,2	1,2
	8	1,8	1,7
	9	1,7	1,5

Актуальность проблемы. Известно, что медь является тяжёлым токсичным металлом - её ПДК для почвы с учётом фона составляет 3,0 мг/кг [1]. Очистка почв от меди без нарушения её структуры, на месте залегания (in-situ) может быть осуществлена с использованием электро-сорбционной технологии (ЭСТ) [2].

Экспериментальная часть. В качестве объекта испытаний был выбран участок, на поверхность которого произошло растекание медьсодержащих сбросных растворов из трубопровода вследствие нарушения герметизации сварного шва. Почва - песчано-глинистая, карбонатная (3,7% CO₂), с включениями мелкого гравия. Анализ верхнего слоя почвы (0-10см) на содержание меди методом инверсионной вольтамперометрии (ИВА) на твёрдых графитовых электродах [3, 4] и (параллельно) атомно-абсорбционным методом [5] показал хорошую сходимость результатов анализа (табл. 1).

Максимальное содержание меди (2300 мг/кг) находится непосредственно под местом разрыва трубы и, вследствие сорбции, уменьшается к периферии участка. С момента загрязнения почвы сточными медьсодержащими растворами прошло 1,5 года. Схема загрязнённого участка с нанесёнными изолиниями содержания меди в верхнем слое (0-5 см) представлена на рис. 1. Содержание меди в почве за пределами загрязнённого

участка не превышало ПДК (табл. 1).

Для оценки распределения меди по глубине в пределах контура площадки были пробурены три скважины (рис. 1) (табл. 2, 3). Как видно из результатов табл. 2, содержание меди в почве выше ПДК для самого загрязнённого участка с содержанием меди на поверхности 2300 мг/кг находится на глубине 0-30 см. Для менее загрязнённой поверхности с содержанием меди 75 мг/кг содержание меди в почве выше ПДК находится на глубине 0-20 см. Это обстоятельство необходимо было учитывать при размещении электродов-сорбентов. После отбора проб скважины засыпали незагрязнённой почвой, отобранной за контурами опытного участка.

Анализ констант устойчивости ($K_{уст}$) [6], а также опытные работы по десорбции металлов с почв [7] позволили выбрать реагент (в т.ч. с учётом доступности и цены), способный эффективно десорбировать медь с почвы и переводить её в растворимое состояние - это аммиачно-сульфатный раствор.

Таблица 2

Содержание меди в почве по глубине

Глубина отбора пробы, см	Содержание меди, мг/кг		
	Скважина № 1	Скважина № 2	Скважина № 3
0-5	2300,0	450,0	75,0
5-10	1023,7	119,0	48,9
10-20	322,8	66,8	19,1
20-30	16,4	6,2	2,0
30-50	1,1	1,4	1,2

Таблица 3

Результаты по очистке почв от меди раствором (NH₄)₂SO₄ с различным pH

№ п/п	Концентрация (NH ₄) ₂ SO ₄ , моль/л	Раствор с pH=5,0		Раствор с: pH=6,0	
		Остаточное содержание Си в почве, мг/кг	Полнота очистки почвы, %	Остаточное содержание Си в почве, мг/кг	Полнота очистки почвы, %
1.	0,01	45,8	89,8	46,4	89,7
2.	0,02	16,5	96,3	14,3	96,8
3.	0,03	1,8	99,6	1,9	99,5
4.	0,05	1,8	99,6	1,7	99,7

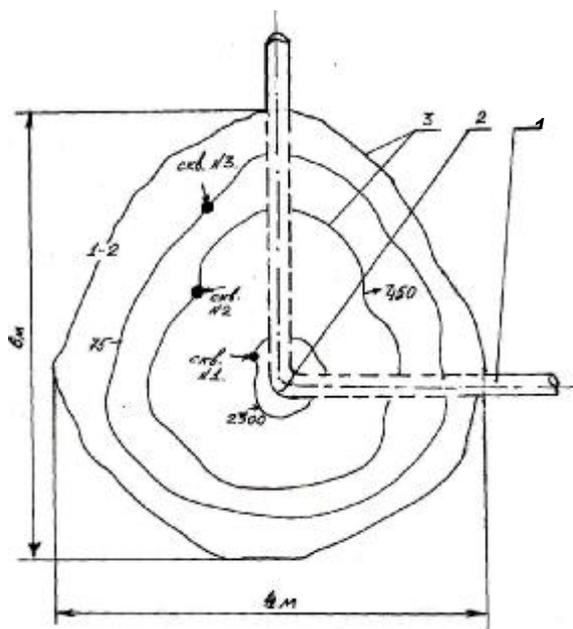


Рис. 1. Схема участка, загрязненного медью:
1 - трубопровод; 2 - место утечки сбросных медьсодержащих растворов; 3 - изолинии содержания меди (мг/кг) в почве на глубине 0-10 см

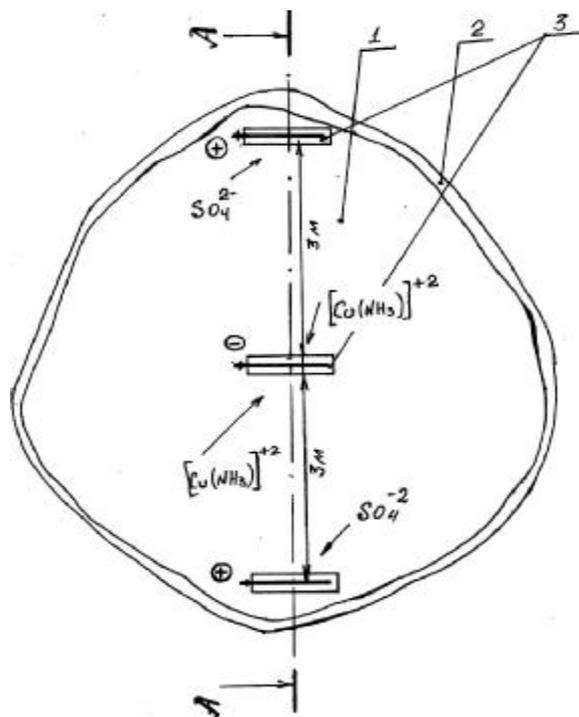


Рис. 2. Схема опытного участка очистки почвы от меди методом ЭСТ:
1 - опытный участок; 2 - обваловка (5-6 см); 3- электроды-сорбенты

Очень важно также, что сульфатно-аммиачные растворы являются минеральными удобрениями, т.е. вторичного загрязнения почвы не происходит. При определённой концентрации ионов NH_4^+ в растворе

в значительном количестве образуются весьма устойчивые комплексные ионы - аммиакаты меди: $[Cu(NH_3)_3]^{+2}$ ($\lg K_{вср} = 10,48$) и $[Cu(NH_3)_4]^{+2}$ ($\lg K_{вср} = 12,59$).

В табл. 3 приведены данные лабораторных исследований по очистке от меди почвы, отобранной с участка, растворами $(NH_4)_2SO_4$ с различными pH, которые регулировали с помощью NH_4OH . Исходное содержание ртути в отобранной пробе 450,0 мг/кг. Опыты проводили в статических условиях в термостатированном реакторе с мешалкой при температуре $25^0 C$, Т:Ж=1:2 и времени перемешивания 1ч. После агитации суспензию фильтровали, осадок на фильтре промывали водой, сушили и анализировали на содержание меди.

Как видно из результатов табл. 3, использование раствора сульфата аммония с концентрацией 0,03 моль/л обеспечивает полноту очистки почвы ниже ПДК. Значение pH раствора в пределах pH=5-6 практически не отражается на эффективности очистки почвы от меди.

Исследования по определению форм нахождения меди в промывных растворах проводили методом ионного обмена с использованием в качестве катионита КУ-2 (в $Иа^+$ -форме) и в качестве анионита АМП (в $ОН^-$ форме) [8]. Полученные выходные кривые сорбции меди позволили сделать вывод о том, что медь в полученных промывных растворах практически полностью находится в катионной форме и, следовательно, в процессе ЭСТ-очистки будет концентрироваться на отрицательно заряженном катоде.

Опытные работы на выбранном участке проводили с использованием электродов-сорбентов, устройство и принцип работы которых описан в работе [9]. В данной работе в качестве катода использовали стальной стержень диаметром 15 мм и длиной 0,5 м. Катод помещали в капсулу из проницаемой мембраны диаметром 0,1 м, в которую (вокруг катода) засыпали пористый материал (активированный уголь), насыщенный кислотой. Образующаяся в процессе электролиза вблизи катода щёлочь будет нейтрализоваться кислотой, тем самым, будет предотвращено торможение электрокинетических процессов. В качестве анода использовали графитовый стержень таких же размеров. Анод, также, помещали в капсулу из проницаемой мембраны, которую заполняли $Ca(OH)_2$ для нейтрализации кислоты, выделяющейся на аноде при электролизе.

Схема опытного участка приведена на рис. 2. Для предотвращения растекания промывного раствора за контуры участка (1) произвели её оконтуривание невысоким (5-6 см) валом (2) из почвы, отобранной за контурами участка. На противоположных по длине участка сторонах были выкопаны две траншеи длиной 0,6 м, шириной 0,15 м и глубиной 0,5 м, в которые поместили аноды. В центре участка в траншее такого же размера поместили катод. Подготовленные к испытаниям электроды-

сорбенты (3) помещали в сборные цилиндрические тарельчатые фильтры [10] с внутренним диаметром 0,15 м, которые укладывали в траншеи, и присыпали почвой, предварительно извлечённой из траншеи. Электроды подключали к источнику постоянного тока марки Б-5-50 (5) с помощью экранированных проводов (рис. 3). Участок заливали промывным раствором, содержащим 0,03 моль/л (NH₄)₂SO₄ из расчета смачивания только загрязнённого слоя почвы, т.е. до глубины 0,5 м. Расход промывного раствора составил 0,4 кг/кг почвы (влажность 28,7%). После смачивания почвы на систему накладывали постоянное электрическое поле с силой тока I=0,5А и напряжением U=60В (напряжённость H=1,0В/м). По мере проведения опыта наблюдалось осушение почвы (вблизи анодов) за счёт электроосмотического переноса жидкости к катоду и испарения. Поэтому в течение опыта проводили дополнительное орошение участка путём подачи раствора к анодам. Общий расход промывного раствора за время опыта составил 0,5 кг/кг загрязнённой почвы. Результаты опытных работ по очистке верхнего (0-5 см) слоя почвы от меди представлены в табл. 4.

Как видно из представленных в табл.4 данных,

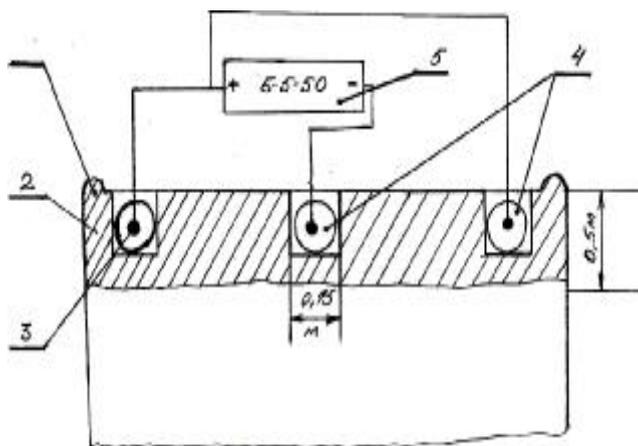


Рис. 3. Схема опытного участка (разрез А-А):

1 – обваловка (5-6 см); 2 – почва, обработанная промывным раствором; 3 – электроды-сорбенты; 4 – траншеи для электродов-сорбентов; 5 – источник питания постоянного тока

глубине скважины видно, что перераспределения меди по глубине не произошло.

Анализ активированного угля в капсуле и поверхности катода показал, что практически вся

Таблица 4
Результаты по очистке почвы от меди

Место отбора пробы по изолиниям, мг/кг	Содержание в почве (0-5см) за время, ч			
	0	10	20	30
75	75,4	25,4	2,4	0,8
450	450,1	77,3	12,9	1,6
2300	2300,5	324,1	72,7	2,2

за время, равное 30 ч, удалось очистить верхний слой почвы от меди методом ЭСТ до содержаний ниже ПДК. Для оценки возможности перераспределения меди на глубины ниже 0,3 м была пробурена контрольная скважина № 4 (рис. 2). Из приведённых в табл. 5 данных по содержанию меди по

Таблица 5
Распределение меди по глубине после окончания очистки

Глубина, см	Содержание меди, мг/кг
0-5	2,2
5-10	2,1
10-20	1,8
20-30	1,8
30-50	1,3

медь (по балансу), находившаяся в почве, сконцентрировалась в электроде-сорбенте. Анализ извести, находящейся в капсуле с анодом показал, что в электроде-сорбенте произошло концентрирование сульфат-ионов, поступивших с промывным раствором, в виде CaSO₄.

Список литературы:

1. СанПиН Руз № 0055-96. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) экзогенных вредных веществ в почве.- Ташкент, 1996.
2. Петухов О.Ф. Электросорбционная технология рекультивации подземных вод и земельных площадей. // Горный журнал. - 1991, № 7, с. 77.
3. Петухов О.Ф., Шнайдер Н.В. и Горбаткова В.И. Определение тяжёлых металлов в питьевых и сточных водах методом ИВА. // Тезисы докладов международного симпозиума по аналитической химии. 5-9.06.1995 - Ташкент, ФАН, 1995, с. 212.
4. Петухов О.Ф., Горбаткова В.И., Марков В.П. Способ изготовления графитового электрода. Патент РУз IDP 04618, приоритет от 16.02.2000 г., Бюлл. изобретений 2001, № 1.
5. Сборник методик по определению концентраций загрязняющих веществ в промышленных выбросах. Под редакцией Берлянда М.Е.- Л. Гидрометеиздат, 1987, с. 186-188.
6. Инцеди Я. Применение комплексов в аналитической химии.- М: Мир, 1979, с.286.
7. Петухов О.Ф. Десорбция токсичных металлов с почв. // Горный вестник Узбекистана. - 2003, № 2, с. 43-46.
8. Воронников Б.А., Николаева Н.М. Формы нахождения химических элементов в водах сульфидных месторождений. // Геология и геофизика. - 1970, № 11, с. 94-103.
9. Петухов О.Ф. Разработка и испытания электродов-сорбентов для очистки почв и подземных вод. // Горный вестник Узбекистана. - 2004, № 3, с. 90-92.
10. Мамиллов В.А., Петров Р.П. и др. Добыча урана методом подземного выщелачивания.- М.: Атомиздат, 1980, с. 154.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Муранов В.Г., начальник НИЛ ООС института «O'zGEOTEHLITI», канд. тех. наук

В соответствии с «Санитарными правилами ликвидации, консервации и перепрофилирования предприятий по добыче и переработке урановых руд» (СанПиН №0079-98) радиоактивные отходы должны захораниваться.

В качестве покрытия при захоронении отходов используются породы или хвосты переработки руд с низким содержанием радионуклидов.

Согласно указанным Правилам мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на высоте 1 м над покрытием после захоронения отвалов забалансовых урановых руд не должна превышать 20 мкР·ч⁻¹ сверх фона, характерного для данной местности. В отдельных локальных точках (не более 20 %) мощность дозы излучения не должна превышать 50 мкР·ч⁻¹ сверх фона.

При захоронении хвостов переработки урановых руд и отходов в пунктах захоронения низкоактивных радиоактивных отходов (ПЗНРО) с суммарной удельной альфа-активностью радионуклидов до 100 кБк·кг⁻¹ мощности доз гамма-излучения на той же высоте над покрытием не должны превышать 100 мкР·ч⁻¹ сверх естественного фона.

Необходимость ограничения эксгаляции радона с поверхности захороненного объекта выявляется путем расчета возможных эффективных доз облучения населения вблизи объектов и вклада короткоживущих дочерних продуктов распада радона (ДПР) в формировании этих доз при отсутствии специального противорадонного покрытия. Предел эффективной дозы облучения населения составляет 1 м³ в год сверх фонового значения дозы.

В связи с вышеизложенным, возникает необходимость расчета толщины покрытия для захоронения радиоактивных отходов. Автор данной статьи предлагает методику такого расчета, апробированную при разработке рекомендаций по рекультивации грунта на площадке бывшего склада урановых руд.

Участок, наиболее загрязненный радионуклидами, занимает площадь прямоугольника с размерами сторон 225x132 м. Грунт представлен суглинками в смеси с урановой рудой, обогащенной на рудосортировочной фабрике. Радиационные факторы характеризуются следующими показателями: мощность экспозиционной дозы гамма-излучения-до 1360 мкР·ч⁻¹ при средней мощности дозы 177 мкР·ч⁻¹, суммарная удельная альфа-активность радионуклидов в грунте-до 160900 Бк·кг⁻¹ при средней активности 20810 Бк·кг⁻¹, сред-

няя удельная активность радия 20800 Бк/кг, плотность грунта составляет около 1800 кг·м⁻³, пористость-33 %. Площадь участка-29700 м².

Определить мощность дозы гамма-излучения над покрытием захороненных радиоактивных отходов при известной начальной мощности дозы в случае геометрии узкого пучка излучения можно по следующей простой формуле, приведенной в [1] :

$$P_g = P_{g0} e^{-\mu d}, \quad (1)$$

где P_{g0} - мощность экспозиционной дозы гамма-излучения над поверхностью радиоактивных отходов без покрытия, мкР·ч⁻¹;

e - основание натуральных логарифмов;

μ - линейный коэффициент ослабления фонов в отходах, см⁻¹;

d - толщина покрытия, см.

Геометрия узкого пучка фотонов характеризуется тем, что детектор радиометра должен регистрировать только не рассеянное гамма-излучение источника. В реальных условиях наряду с не рассеянным излучением детектор регистрирует также рассеянное (однократно и многократно) в среде излучение.

Такая геометрия излучения называется геометрией широкого пучка фотонов. Рассеянное излучение в среде обычно учитывается введением в формулу (1) множителя-фактора накопления.

Основная трудность при расчетах ослабления гамма-излучения источников в экранах связана с тем, что фактор накопления рассеянного излучения фотонов сложным образом зависит от μd , атомного номера материала и энергии гамма-излучения [2]. Проще воспользоваться универсальными таблицами ослабления гамма-излучения Н.Г. Гусева, приведенных в [1, 3, 4].

Эти таблицы составлены для определения толщины экрана из воды, железа, бетона, свинцового стекла, свинца, урана. Толщина защиты определяется по энергии гамма-излучения и кратности ослабления, которая показывает во сколько раз защита заданной толщины снижает уровень излучения. Для расчета толщины покрытия из суглинков с плотностью $\rho=1,65$ г·см⁻³ автор статьи воспользовался таблицами для воды ($\rho=1,02$ г·см⁻³) и бетона ($\rho=2,3$ г·см⁻³) при следующих диапазонах энергетического спектра гамма-излучения продуктов распада радия:

- диапазон с энергией фотонов от 1,764 до 2,448 МэВ при средней энергии 1,915 МэВ и выходом 28,0 % фотонов на один распад;

- диапазон с энергией фотонов от 1,155 до 1,730 МэВ при средней энергии 1,570 МэВ и выходом 19,84 % фотонов на один распад;

- диапазон с энергией фотонов от 0,665 до 1,120 МэВ при средней энергии 0,970 МэВ и выходом 15,87 % фотонов на один распад;

- диапазон с энергией фотонов от 0,079 до 0,609 МэВ при средней энергии 0,470 МэВ и выходом 36,29 % фотонов на один распад.

Определение толщины покрытия при сложном энергетическом спектре осуществлялось по методу конкурирующих линий, сущность которого изложена в [3]. Она сводится к следующему:

1. Определяется необходимая кратность ослабления излучения источника в покрытии К.

2. Рассчитывается парциальная кратность ослабления фотонов i -той энергетической группы фотонов:

$$K_i = K \cdot P_i, \quad (2)$$

где P_i - вклад фотонов со средней энергией i -той группы в мощность экспозиционной дозы источника в долях единицы.

3. Для каждой средней энергии фотонов E_i и K_i по универсальным таблицам путем интерполяции определяется требуемая толщина покрытия в см. Энергию фотонов требующую наибольшей толщины защиты d_r называют главной линией спектра. Энергию фотонов, которая требует следующую по величине после главной линии толщины защиты d_k , называют конкурирующей линией.

4. Окончательную толщину покрытия определяют равной:

$$d = d_r + \Delta \frac{1}{2}, \text{ если } (d_r - d_k) = 0; \quad (3)$$

$$d = d_k + \Delta \frac{1}{2}, \text{ если } 0 < (d_r - d_k) \Delta \frac{1}{2} \quad (4)$$

$$d = d_r, \text{ если } (d_r - d_k) > \Delta \frac{1}{2} \quad (5)$$

где $\Delta \frac{1}{2}$ - наибольшее значение из слоев половинного ослабления для главной и конкурирующей линий.

Расчет толщины покрытия выполнен для условий захоронения загрязненного радионуклидами грунта двумя слоями пород.

Первый слой из смеси гравия с крупнозернистым песком толщиной 30 см предназначен для предотвращения выноса радионуклидов из грунта в суглинки при подъеме капиллярной подвешенной воды, образовавшейся за счет осадков.

Плотность указанной смеси при расчете принята равной 1800 кг·м⁻³. Необходимая толщина второго слоя из суглинков с плотностью 1650 кг·м⁻³ опреде-

ляется в зависимости от мощности дозы гамма-излучения грунта.

По таблицам Н.Г. Гусева путем интерполяции установлено, что при толщине слоя песчано-гравийной смеси 30 см и энергии квантов 1,915 МэВ кратность ослабления излучения составляет 3,8, а при энергии квантов 0,47 она возрастает до 13,1.

При расчетах эта кратность принята равной 4. Фон мощности экспозиционной дозы гамма-излучения песчано-гравийной смеси составляет около 30 мкР·ч⁻¹, а суглинков - около 20 мкР·ч⁻¹.

Загрязненный радионуклидами грунт подобен забалансовой урановой руде. Поэтому средняя мощность дозы гамма-излучения над покрытием грунта не должен превышать 20 мкР·ч⁻¹ - сверх фона, обусловленного излучением суглинков.

Отсюда как будто следует, что суглинки должны ослаблять мощность дозы гамма-излучения загрязненного радионуклидами грунта и песчано-гравийной смеси до 20 мкР·ч⁻¹.

Однако, при проектировании защиты от внешнего ионизирующего излучения должен применяться коэффициент запаса по мощности дозы, равный 2 [5]. Поэтому, при расчетах толщины слоя покрытия из суглинков принято ослабление мощности дозы в этом слое до 10 мкР·ч⁻¹.

Расчеты выполнены применительно к максимальной мощности дозы гамма-излучения над поверхностью загрязненного грунта 1360 мкР·ч⁻¹ и промежуточным мощностям доз 240 и 120 мкР·ч⁻¹

При $P_\gamma=1360$ мкР·ч⁻¹ слой песчано-гравийной смеси уменьшит мощность излучения до 340 мкР·ч⁻¹, а с учетом собственного максимально-возможного излучения смеси с мощностью дозы до 40 мкР·ч⁻¹ мощность дозы над поверхностью этого слоя смеси составит 380 мкР·ч⁻¹.

Следовательно, необходимая кратность ослабления излучения в слое суглинков составляет $K=38$. При $P_\gamma=240$ мкР·ч⁻¹ $K=10$, а при $P_\gamma=120$ мкР·ч⁻¹ $K=7$.

Результаты расчетов приведены в таблицах 1, 2, 3. Из этих табл. видно, что при $P_\gamma=1360$ мкР·ч⁻¹ расчетная толщина слоя суглинков составляет $d=70$ см, при $P_\gamma=240$ мкР·ч⁻¹ $d=48$ см, при $P_\gamma=120$ мкР·ч⁻¹ $d=42$ см.

Учитывая недостаточную точность методики расчета толщины слоя суглинков, рекомендовано эту толщину принимать равной 100 см если мощности дозы гамма-излучения над поверхностью загрязненных грунтов достигают или превышают 240 мкР·ч⁻¹.

На остальных участках с мощностями доз над поверхностью грунта меньше 240 мкР·ч⁻¹ толщину слоя суглинков рекомендовано принимать равной 50 см.

Экссалиция радона (плотность потока радона с поверхности пород) в Бк·м⁻²·с⁻¹ рассчитывается по следующей формуле, приведенной в [6]:

$$q = a \sqrt{\frac{D}{I}}, \quad (6)$$

где a - количество радона, выделяющегося в поры 1 м^3 пород в единицу времени, $\text{Бк} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$;

D - эффективный коэффициент диффузии радона в породе, $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$.

λ - постоянная распада радона, равная $2,1 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$.

$$a = C_{Ra} \cdot r \cdot h \cdot l \quad (7)$$

где C_{Ra} - удельная активность радия-226, $\text{Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$;

ρ - плотность породы, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$;

η - коэффициент эманирования породы, доли единицы.

Эффективный коэффициент диффузии радона зависит от пористости и влажности пород.

Значения этого коэффициента для глинисто-песчаных пород с пористостью 40 % при различной влажности приведена в таблице 4, заимствованной из [6].

Таблица 1

Расчет необходимой толщины слоя суглинков при кратности ослабления излучения $K=38$

Диапазон энергетического спектра, МэВ	Средняя энергия фотонов, МэВ	Вклад фотонов в мощность дозы излучения, P_i , доля единицы	$K_i=K \cdot P_i$, доля единицы	Толщина защитного слоя d_i , см		
				из воды	из бетона	из суглинков
1,764-2,448	1,915	0,2800	10,64	77,8	37,6	57,7
1,155-1,730	1,570	0,1984	7,54	64,1	31,7	47,9
0,665-1,120	0,970	0,1587	6,03	52,4	25,1	38,8
0,079-0,609	0,470	0,3629	13,79	60,2	26,3	43,2

$$d_e = 57,7 \text{ см}; d_k = 47,9 \text{ см}; \Delta_{1/2} = 21,8 \text{ см}; (d_e - d_k) < \Delta_{1/2}; d = d_k + \Delta_{1/2} = 69,7 \approx 70 \text{ см}$$

Таблица 2

Расчет толщины слоя суглинков при $K=10$

Диапазон энергетического спектра, МэВ	Средняя энергия фотонов, МэВ	Вклад фотонов в мощность дозы излучения, P_i , доля единицы	$K_i=K \cdot P_i$, доля единицы	Толщина защитного слоя d_i , см		
				из воды	из бетона	из суглинков
1,764-2,448	1,915	0,2800	2,8	37,2	15,1	26,2
1,155-1,730	1,570	0,1984	1,98	27,4	13,5	21,0
0,665-1,120	0,970	0,1587	1,59	21,4	9,2	15,3
0,079-0,609	0,470	0,3629	3,63	37,6	16,6	27,1

$$d_e = 27,1 \text{ см}; d_k = 26,2 \text{ см}; \Delta_{1/2} = 21,8 \text{ см}; (d_e - d_k) < \Delta_{1/2}; d = d_k + \Delta_{1/2} = 48 \text{ см}$$

Таблица 3

Расчет толщины слоя суглинков при $K=7$

Диапазон энергетического спектра, МэВ	Средняя энергия фотонов, МэВ	Вклад фотонов в мощность дозы излучения, P_i , доля единицы	$K_i=K \cdot P_i$, доля единицы	Толщина защитного слоя d_i , см		
				из воды	из бетона	из суглинков
1,764-2,448	1,915	0,2800	1,96	28,9	13,6	21,2
1,155-1,730	1,570	0,1984	1,39	-	-	-
0,665-1,120	0,970	0,1587	1,11	-	-	-
0,079-0,609	0,470	0,3629	2,54	31,2	8,7	20,0

$$d_e = 21,2 \text{ см}; d_k = 20,0 \text{ см}; \Delta_{1/2} = 21,8 \text{ см}; (d_e - d_k) < \Delta_{1/2}; d = d_k + \Delta_{1/2} = 41,8 \approx 42 \text{ см}$$

Таблица 4

Коэффициенты диффузии при различной влажности пород

Влажность пород, %	0,00	3,28	4,70	6,66	8,13	10,40	14,20
Коэффициент диффузии, $10^{-6} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$	6,5-7,0	6,5	6,0-6,5	5,0	4,5-5,0	2,0	0,3-0,5

Зависимость коэффициента диффузии газов от пористости описывается следующим уравнением, приведенным в [6]:

$$D \cdot 10^4 = A \cdot n^a, \quad (8)$$

где A и a - постоянные, зависящие от природы диффузирующего газа и строения пород;

A меняется от 0,83 до 2,99,

a для почв равна 2;

n - пористость породы, доли единицы.

Из уравнения (8) следует:

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{n_2^2}{n_1^2}, \quad (9)$$

где D_1 и n_1 - известные значения, соответственно, эффективного коэффициента диффузии газа и пористости породы;

D_2 - определяемое значение коэффициента диффузии газа при пористости n_2 . Или:

$$D_2 = \frac{D_1 \cdot n_2^2}{n_1^2} \quad (10)$$

При средней влажности загрязненного грунта 6 % коэффициент диффузии радона в породе с пористостью 40 % составит $5,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$, а при пористости 33% $D=3,710^{-6} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. Средняя удельная активность радия-226 в загрязненном грунте составляет $C_{Ra}=2812 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$, плотность пород и коэффициент эманирования приняты равными $\rho=1800 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ и $\eta=0,2$. Следовательно, по формуле (7) $a=2,126 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$, а средняя эксхалация радона, рассчитанная по формуле (6), составляет $q=2,872 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$.

Дебит радона, выделяющегося с поверхности участка при его площади 29700 м^2 , составляет $Q=83,8 \text{ кБк} \cdot \text{с}^{-1}$

Приземные среднегодовые концентрации вредностей на расстоянии 0,1-10 км от точечных наземных источников рассчитываются по следующей формуле, приведенной в [7]:

$$C = \frac{Q \cdot a \cdot P/P_0}{0,3 \cdot u_1 \cdot x^{1,5}}, \quad (11)$$

где Q - дебит вредности, в данном случае радона, $\text{Бк} \cdot \text{с}^{-1}$;

u_1 - скорость ветра на высоте 1 м, которую рекомендуется принимать $1,0-1,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$;

x - расстояние от источника, м;

a - коэффициент временного осреднения, равный при осреднении за год $1,692 \cdot 10^{-2}$;

P/P_0 - показатель вытянутости розы ветров, который представляет собой отношение повторяемости данного направления ветра P в долях единицы к повторяемости ветра при условии равновероятности всех направлений P_0 (для восьмирумбовой розы ветров $P_0=0,125$).

Интерпретируя площадный источник радона в точечный, расположенный в центре участка, рассчитаем среднегодовую приземную объемную активность (концентрацию) газа вблизи ближайшего здания северо-восточнее источника, на расстоянии 225 м от него, при скорости ветра $u_1=1 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Повторяемость юго-западного ветра (с юго-запада на северо-восток) по данным ближайшей метеостанции равна 0,244 за год.

В результате расчета по формуле (11) получим $C_{Rn}=12,43 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$. Вредность радона оценивается по объемной активности в воздухе его короткоживущих продуктов распада (ДПР), которая рассчитывается по следующей формуле, приведенной в [8]:

$$C_{ДПР} = C_{Rn} (1 - e^{-\lambda_E \cdot \frac{x}{u_1}}), \quad (12)$$

где λ_E - эмпирическая постоянная, равная $3,33 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$.

Эффективная доза облучения критических групп населения техногенными источниками ионизирующего излучения не должна превышать 1 м^3 в год [5].

Годовая эффективная доза облучения, обусловленная наличием ДПР в воздухе рассчитывается по следующей выведенной автором данной статьи формуле:

$$E_{ДПР} = 6,2 \cdot 10^{-6} \cdot C_{ДПР} \cdot T, \text{ м}^3 \text{ в} \cdot \text{год}^{-1} \quad (13)$$

где T - время облучения, ч.

При стандартном времени облучения работников из населения 2000 ч в год.

$$E_{ДПР} = 0,01, \text{ м}^3 \text{ в} \cdot \text{год}^{-1}$$

Таким образом, годовая эффективная доза облучения ДПР лиц, работающих вблизи наиболее сильно загрязненного радионуклидами участка,

даже до захоронения грунта будет в 100 раз меньше допустимой дозы. Поэтому в данном случае создание специального противорадиационного экрана не требуется.

Однако, в некоторых случаях эксхалляция радона с поверхности радиоактивных отходов может привести к значительному увеличению дозы облучения населения ДПР.

Например, расчеты показали, что эксхалляция радона с поверхности хвостохранилища ГМЗ-1 Навоийского горно-металлургического комбината может увеличить эффективную дозу облучения населения в ближайших поселках за счет ингаляции ДПР на $0,51-0,70 \text{ м}^3 \text{ в год}^{-1}$. Причем расчеты произведены с учетом фактической высокой влажности хвостов в переходных и центральных зонах намывных карт (33-45 %) и центральных зонах наливных карт (до 33 %) и, соответственно, низких величинах коэффициента диффузии радона ($2,8 \cdot 10^{-7}-4,9 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$). При высыхании хвостов до влажности 5-6 % коэффициент диффузии радона увеличится до $1,1 \cdot 10^{-5}-1,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. При этом гипотетическая эффективная доза облучения населения поселков, обусловленная эксхалляцией радона, может превысить общую допустимую дозу от внешних и внутренних источников $1 \text{ м}^3 \text{ в год}$. В этом случае целесообразно оценить на стадии проектирования роль эксхалляции радона после захоронения радиоактивных отходов покрытием, предназначенным для понижения мощности дозы гамма-излучения отходов. Для этого необходимо рассчитать эксхалляцию радона с поверхности покрытия. Ниже излагается методика такого расчета, разработанная автором данной статьи.

Стационарный процесс диффузионного распространения радона в слое радиоактивных отходов и в покрытии описывается следующими дифференциальными уравнениями:

$$D_1 \frac{\partial^2 C_1(x)}{\partial x^2} - I C_1(x) + a_1 = 0 \quad (14)$$

$$D_2 \frac{\partial^2 C_2(x)}{\partial x^2} - I C_2(x) + a_1 = 0 \quad (15)$$

где $C_1(x)$, $C_2(x)$ - объемная удельная активность радона, соответственно, в покрытии и слое отходов на расстоянии x от поверхности покрытия, $\text{Бк} \cdot \text{м}^{-3}$;

D_1 , D_2 - эффективный коэффициент диффузии радона соответственно в покрытии и отходах, $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$;

a_1 , a_2 - количество радона, выделяющегося, соответственно, в поры 1 м^3 породы покрытия и в поры 1 м^3 отходов в единицу времени, $\text{Бк} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$.

Система уравнений (14, 15) решена автором статьи методом преобразования Лапласа при следующих граничных условиях:

$$1. C_1(0) = 0$$

Так как объемная активность радона в воздухе и, соответственно, в поверхностном микрослое покрытия ничтожно мала по сравнению с такой активностью в глубоких слоях покрытия.

$$2. D_1 \frac{\partial C_1(d_1)}{\partial x} = D_2 \frac{\partial C_2(d_2)}{\partial x}$$

Так как на границе раздела покрытие - отходы (при толщине покрытия d_1) плотности потоков радона одинаковы в покрытии и в отходах.

$$3. C_2(d_1) = b C_1(d_1)$$

Так как на границе раздела покрытие - отходы объемная активность радона $C_1(d_1)$ и $C_2(d_2)$ не одинаковы. Они зависят от плотности, пористости и влажности породы покрытия и отходов. В первом приближении коэффициент β равен отношению пористости пород покрытия (n_1) к пористости отходов (n_2).

$$4. \frac{\partial C_2(d_1 + d_2)}{\partial x} = 0$$

где d_2 - толщина слоя отходов, м.

Это граничное условие принято при допущении незначительного градиента объемной активности отходов на границе раздела отходы - нижележащие породы.

Допущение справедливо в том случае, когда коэффициент диффузии радона в подстилающих породах значительно меньше коэффициента диффузии газа в отходах.

В результате решения системы уравнений выведена следующая формула для расчета эксхалляции радона (в $\text{Бк} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) с поверхности покрытия:

$$q = \frac{a_1 \left[sh d_1 \sqrt{\frac{I}{D_1}} \cdot ch d \sqrt{\frac{I}{D_2}} + b \sqrt{\frac{D_2}{D_1}} \cdot sh d_2 \sqrt{\frac{I}{D_2}} \cdot \left(ch d_1 \sqrt{\frac{I}{D_1}} - 1 \right) \right] + a_2 \sqrt{\frac{D_2}{D_1}} \cdot sh d_2 \sqrt{\frac{I}{D_2}}}{\sqrt{\frac{I}{D_1}} \left(ch d_1 \sqrt{\frac{I}{D_1}} \cdot ch d_2 + b \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} sh d_1 \sqrt{\frac{I}{D_1}} \cdot sh d_2 \sqrt{\frac{I}{D_2}} \right)} \quad (16)$$

где sh , ch – гиперболические синус и косинус:

$$sh x = \frac{e^x - e^{-x}}{2}, \quad ch x = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$$

При большой толщине слоя отходов четвертое граничное условие примет форму:

$$\frac{\partial C_2(\infty)}{\partial x} = 0,$$

так как на большой глубине радиоактивных отходов градиент их объемной активности равен нулю.

В этом случае:

$$q = \frac{a_1 \left[sh d_1 \sqrt{\frac{I}{D_1}} + b \sqrt{\frac{D_2}{D_1}} \cdot \left(ch d_1 \sqrt{\frac{I}{D_1}} - 1 \right) + a_2 \sqrt{\frac{D_2}{D_1}} \right]}{\sqrt{\frac{I}{D_1}} \left(ch d_1 \sqrt{\frac{I}{D_1}} + b \sqrt{\frac{D_2}{D_1}} \cdot sh d_1 \sqrt{\frac{I}{D_1}} \right)} \quad (17)$$

Правильность вывода формул подтверждается тем, что при:

$$d_2 \sqrt{\frac{I}{D_2}} \geq 2 \quad ch d_2 \sqrt{\frac{I}{D_2}} \approx sh d_2 \sqrt{\frac{I}{D_2}}$$

с ошибкой не более 3,8 % и сокращение числителя и знаменателя на значения этих функций в формуле (16) приводит ее к формуле (17).

Значения a_1 и a_2 в этих формулах определяются по формуле (7), коэффициентов диффузии D_1 и D_2 – по формуле (10) с учетом данных, приведенных в табл. 4.

Дальнейшие расчеты проводятся в следующей последовательности:

1. При большой площади поверхности радиоактивных отходов (площадь хвостохранилища ГМЗ-1 равна 66,8 га) поверхность разбивается на участки (карты или части карт) площадью не более 7-8 га.

2. По средним мощностям экспозиционных доз гамма-излучения на высоте 1 м над поверхностью

радиоактивных отходов определяются средние удельные активности радия-226 на каждом участке. При расчете C_{Ra} используется зависимость мощности поглощения дозы гамма-излучения над поверхностью почв от удельной активности радия-226 в почвах, приведенная в [9]. Эта зависимость выражается в том, что при средней удельной активности радия-226 в почве 1 Бк/кг мощностью поглощенной дозы гамма-излучения в воздухе равна $4,27 \cdot 10^{-4}$ мкГр·ч⁻¹, что соответствует мощности экспозиционной дозы $4,896 \cdot 10^{-2}$ мкР·ч⁻¹.

Отсюда следует:

$$C_{Ra} = 20,4 \cdot P_g, \quad \text{Бк/кг} \quad (18)$$

3. Определяется удельная активность радия-226 d в породах покрытия.

4. По известным значениям плотности, пористости, предполагаемой влажности радиоактивных отходов и пород покрытия определяется средняя эксхалляция радона на каждом участке после захоронения отходов.

5. По площадям участков и величинам эксхалляции радона рассчитываются дебиты радона, выделяющегося с поверхностей участков.

6. Площадные источники радона интерпретируются в точечные источники, расположенные в центрах участков.

7. Определяются приземные удельные активности радона и ДПР в ближайших к хвостохранилищу пунктах поселков с учетом поправки на смещение указанных пунктов от осей факелов распространения радона [10].

8. Рассчитываются годовая эффективная доза облучения населения поселков, обусловленная эксхалляцией радона на участках радиоактивных отходов и общая годовая доза облучения всеми техногенными источниками излучения.

Если общая доза облучения населения в отдельных (отдельном) поселках превышает $1 \text{ м}^3 \text{ в год}^{-1}$, то толщину покрытия при проектировании захоронения нужно увеличить на всех картах хвостохранилища или на ближайших к поселкам картах.

Список литературы:

1. Козлов В.Ф.. Справочник по радиационной безопасности. М. Энергоатомиздат, 1991, с.235,239-249.
2. Гусев Н.Г., Ковалев Е.Е., Осанов Д.П., Попов В.И.. Защита от излучения протяженных источников. М., Атомиздат, 1961, с.27.
3. Машкевич В.П. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. М., Энергоатомиздат, 1982, с.156-161,166,167.
4. Кимель Л.Р., Машкевич В.П.. Защита от ионизирующих излучений. М., Атомиздат, 1966, с.131-146.
5. Санитарные нормы и правила радиационной безопасности (СанПиН №0029-91). Ташкент, 1991, с.20,89.
6. Сердюкова А.С., Капитанов Ю.Т. Изотопы радона и продукты их распада в природе.М., Атомиздат, 1975, с.41,42,57.
7. Допустимые выбросы радиоактивных и химических веществ в атмосферу. М., Энергоиздат, 1985, с.118.
8. Салтыков Л.Д.,Шалаев И.Л., Лебедев Ю.А. Радиационная безопасность при разведке и добыче урановых руд. М., Энергоатомиздат, 1984, с.76.
9. Моисеев А.А., Иванов В.И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. М., Энергоиздат, 1990, с.61,62.
10. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. (ОНД-86). Л., Гидрометеоиздат, 1987, с.11.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

Шайматов Б.Х., заведующий кафедрой «Электроснабжение» НГГИ, канд. техн. наук;
Каршибоев А.И., аспирант МГГУ

В основных направлениях рыночной экономики, когда значительно повышаются цены на энергоресурсы, особую важность приобретает задача эффективного использования энергии в различных отраслях промышленности [1-3].

Проблема эта многоплановая, включает комплексы задач, каждая из которых имеет большое значение при решении вопросов сбережения и рационального использования топливно-энергетических ресурсов.

Прежде всего - это задача учета и анализа расхода электроэнергии, установления электрических характеристик оборудования и его оптимальных режимов работы, нормирования и планирования электропотребления, распределения лимитов на электроэнергию с учетом эффективности ее использования, а также прогнозные оценки энергозатрат на различных уровнях управления производством. Причем, если задачи учета и анализа относятся к информационным, то остальные относятся к задачам управления.

Отсюда видно, насколько важен и актуален анализ, рациональное использование электропотребления, научно-обоснованное нормирование и прогнозирование электропотребления на предприятиях.

Целью работы является повышение эффективности электропотребления за счет составления модели его прогнозирования, анализ временных рядов расхода электроэнергии и факторных моделей.

Общая теоретическая база, позволяющая решать проблему повышения эффективности электропотребления на всех уровнях горного производства, в настоящее время отсутствует.

Это приводит к тому, что реализация задач по улучшению использования электроэнергии оказывается слишком субъективной и слабо связанной с предприятием и теми изменениями, которые происходят в процессе их решения. В изменяющихся условиях потребление электроэнергии в горной промышленности зависит от множества производственных и горно-геологических, метеорологических и технологических факторов, большинство которых в настоящее время не учитывается при анализе, планировании и управлении на всех уровнях промышленности. В связи с этим необходимо установ-

ление взаимосвязей между технологическими и энергетическими режимами производственных процессов.

В решении указанных вопросов наряду с другими методами, весьма существенную роль может сыграть использование вероятностно статических моделей и методов анализа. Тем более, что эти методы представляют собой уже достаточно полно разработанный аппарат, обладающий большой универсальностью применений и дающий весьма надежные результаты как в части особо разнообразных условий, так и в точности получаемых количественных оценок. Предпосылкой использования методов анализа и расчета электропотребления на уровне цеха или предприятия является то, что реальные связи между энергетикой и технологией не могут быть заключены в рамки строго функциональных зависимостей с их однозначностью, детерминированностью и симметрией в отношении зависимых переменных.

Вероятностный характер моделей электропотребления, в свою очередь, вызывает необходимость перед построением модели проведения анализа электропотребления на уровне предприятия, результаты которого могут быть использованы не только при построении моделей, но и при определении конкретных мероприятий по рациональному использованию электроэнергии.

Для решения проблем рационального использования, нормирования и планирования электропотребления необходимо:

1. Анализировать временные ряды расхода электроэнергии.
2. Построить временные и факторные модели электропотребления.
3. Выполнить прогнозирование электропотребления.

Следует отметить, что первые работы по нормированию и анализу расхода электроэнергии в горном производстве базировались на чисто аналитических расчетах, обычно не связанных с производительностью и другими важными технологическими параметрами.

Горное производство, как одна из наиболее энергоемких отраслей промышленности, занимает

существенную часть в энергетическом балансе страны. Увеличение электропотребления горной промышленности вызывается не только абсолютным ростом производства, но и коренными качественными изменениями технологий.

С вопросами технологии и механизации открытых горных работ неразрывно, органически связаны вопросы электроснабжения. Совершенствование технологии и развитие механизации вызывает электроснабжение открытых горных работ (экономичность, рациональное использование электроэнергии и др.).

Учитывая большое разнообразие месторождений полезных ископаемых, систем вскрытия и добычи, технологий разработки, типа горных машин и механизмов, все вопросы электроснабжения открытых горных работ должны решаться с учетом и в зависимости от этих систем вскрытия и добычи, технологии разработки, применяемых типов горных машин и механизмов, глубины, размеров и производительности карьеров горно-геологических и горно-технологических факторов и т.д.

Следует отметить, что электроснабжение открытых горных работ в значительной степени усложняется с увеличением глубины карьера. В связи с этим, особенно важное значение приобретают вопросы, связанные с электроснабжением открытых горных работ при решении проблемы глубоких карьеров, которая является в настоящее время од-

ной из важнейших проблем открытой разработки месторождений полезных ископаемых.

Высокая эффективность открытых горных работ и ее дальнейшее повышение предъявляют серьезные требования к повышению надежности электроснабжения карьеров.

Выполненные исследования показали, что моделирование электропотребления целесообразней осуществлять, используя метод корреляционного анализа, построение временных и факторных моделей и прогнозирование электропотребления.

Полученные результаты дают возможность разработать рекомендации по нормированию электропотребления на горных предприятиях, включающие: разработку корреляционного анализа; анализ временного ряда электроэнергии; построение временных и факторных моделей электропотребления; прогноз электропотребления.

Основные результаты, выводы и рекомендации сводятся к следующему:

1. Создана методология моделирования связи с корреляционным анализом.
2. Разработан анализ временных рядов расхода электроэнергии.
3. Построены временные и факторные модели электропотребления.
4. Разработана методика прогнозирования электропотребления.

Список литературы:

1. Кильдишев Г.С. Анализ временных рядов и прогнозирование. М., Статистика.
2. Ляхомский А.В. «Развитие и совершенствование методов, повышения эффективности применения электроэнергии на горных предприятиях». Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук М.1990.
3. Копцев Л.А. Нормирование и прогнозирование потребления электроэнергии в зависимости от объемов производства Промышленная энергетика, 1996.

УДК 50437,01

© Курбонов А.А., Хамидова Н.Р., Танбаев Х., Нуримов Н.Т. 2006 г.

ПРОЕКЦИЯЛАШ ЧИЗМАЧИЛИГИ БЎЛИМИНИ ЎҚИТИШДА ФАОЛЛАШТИРИШ УСУЛЛАРИ

Курбонов А.А., НДКИ, «Электр таъминоти» кафедраси доценти, техника фанлари номзоди; **Хамидова Н.Р.**, НДКИ «Ўзбек ва чет тиллар» кафедраси ассистенти; **Танбаев Х.**, НДКИ, «Электроэнергетика» кафедраси катта ўқитувчиси; **Нуримов Н.Т.**, НДКИ, «Мониторинг ва ички назорат» бўлими бошлиғи

«Мухандислик графикаси» фанини кончилиқ соҳасига оид дарсларда ўзлаштириш мобайнида «Проекциялаш чизмачилиги» бўлими аҳамиятли бўлиб, жисми (детални) стандарт талаблари асосида тасвирлашни ва бунда проекцион боғлиқликни сақлаб билишни, содалаштиришлар ҳамда шартли белгилардан тўғри фойдалана олишни ўргатади. Шу

билан бир вақтда талабаларнинг тасаввурини кенгайтириб, чизмани ўқиш қобилиятини мустаҳкамлайди. Мухандислик графикаси фанида машиналар деталларининг чизмасини қуйидаги асосий берилишларга: деталнинг аксонометриясига қараб, деталнинг моделига (ўзига) қараб ва тушунтириш ёзувига қараб бажариш мумкин.

Булар юзасидан hozirgi кунда топширик, син-фда бажариш учун машк, тест ва таркатма матери-аллар кўринишида тайёрланиб, вақт талабига мос равишда машғулотларда қўлланилиб келинмоқда.

Муаллифлар томонидан таклиф қилинаётган диаграммада топширик ва машқларни бажараётган-да талабага зарур бўладиган сифатлар, шунингдек уларнинг ўзаро боғлиқлиги кўрсатилган. Кузатиш-лар натижаси шунни кўрсатадики бу берилишлар ва

конус, кесик конус, сфера, призмалар, пирамида ва ҳ.о.ларни киритиш мумкин. Бундай жадвал кончи-лик машинасозлиги чизмачилик бўлими учун тузи-ладиган бўлса, машиналар деталларининг барча техник элементларини эътиборга олишни тавсия этилади.

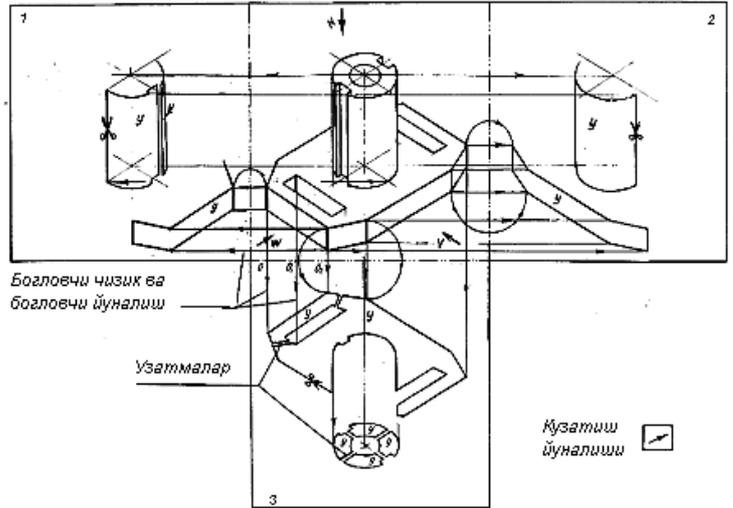
Таклиф қилинаётган усул бўйича аксонометрик тасвирга асосан кончилик саноати машиналарида кўп учрайдиган деталларнинг чизмасини бажариш

Геометрик жисмнинг номи	Геометрик жисмнинг аксонометрик тасвири	Геометрик жисмнинг осозлаштирилган тасвири
Кесик конус		
Цилиндр		

1-Жадвал. Мисол келтирилган деталлардан намуналар

сифатлар, шунингдек боғлиқликлардан келиб чиқиб дарс жараёнида муаллифлар таклиф қилаётган диа-граммадан фойдаланилса мақсадга мувофиқ бўлади деб ўйлаймиз. Бундан ташқари муаллифлар келти-рилган 1- жадвал асосида «Геометрик жисмлар» мавзусида плакат ҳам тайёрлаш мумкин.

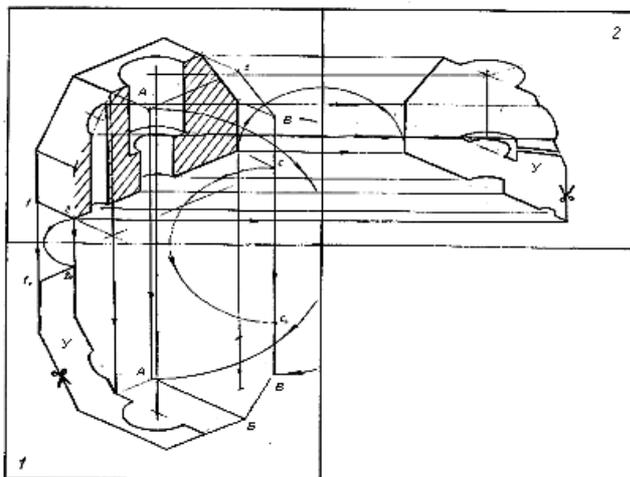
Жадвалда ўрганиладиган объект сифатида про-екциялаш чизмачилигида кўп учрайдиган оддий геометрик сифат жисмлар: цилиндр, ярим цилиндр,



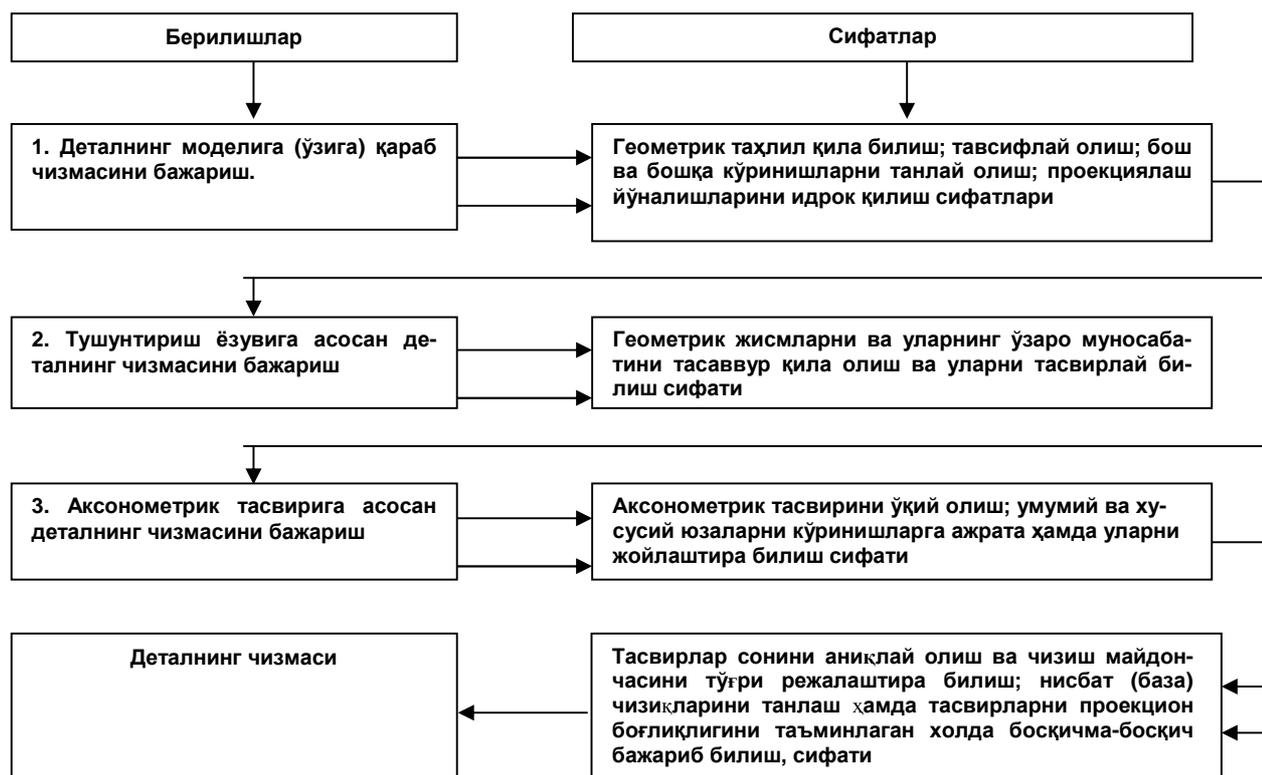
1-Шакл. Намунали кўргазма қуролини кўриниши

муҳимроқ бўлиб, у талаба учун бироз қийинроқ кечади. Шу сабабли топширик ва машқларни бажа-риш мобайнида мураббий бутун диққат эътиборини талабанинг фикрлаш қобилияти даражасини фаол-лаштиришга қаратиши лозим. Бу борада мақолада келтирилган шаклда (1-шакл) кўрсатилган кўргазмали қуролдан ҳам фойдаланилса мақсадга мувофиқ бўлади деб ҳисоблаймиз.

Унда цилиндр ва призматик сифат сиртдан ташкил топган деталнинг аксонометрияси берилган бўлиб, «Аксинометрик тасвир»га асосан деталнинг кўринишларини аниқлаш ва чизмасини бажариш «вазифа» деб ҳисобланади. Тасвирларда «У» ҳарфи билан белгиланган юзалар ўйилиб олиб ташланади. Агар биринчи қанотни буклаш чизигида буклаб ёпсак, W – кузатиш йўналишига, иккинчи қанотни ёпсак V – кузатиш йўналишига; учинчи қанотни ёпсак H – кузатиш йўналишига мос келадиган кўринишлар кўриниб қолади. Оқибатда талаба кўринишларни осонгина ажрата олиши ва детал-нинг чизмасини бажариши мумкин. Кузатишлар натижасида олинган маълумотлар таҳлил қилинганда шу нарса маълум бўлдики, кўргазмали қуролдан камида 2-3 та тайёрлаб, талабаларга на-мойиш қилинса, улар аксонометрик тасвирга қараб хоҳлаган деталнинг тегишли кузатиш йўналиши ва кўринишларини идрок қиладиган даражага ета ола-ди.



2-Шакл. Қирқим мавзусига тайёрланган кўргазмали қурол



1-Диаграмма. Топшириқ ва машқларни бажариш сифатлари

Муаллифлар амалий ва тажриба машғулотларида «қирқим» мавзуси дарси олиб борилганда ҳам шундай кўргазмали куроллардан фойдаланилса бўлади деган хулосага келишди (2-шакл).

Намуна учун олинган ушбу кўргазмали куролни тайёрлашда ўйиб олиб ташланадиган юзаларнинг характерли нукталари айлантириб кўчириш усулида аниқланади. Бошланғич ва кейинги аниқланган нукталарнинг бир боғловчида ётишини илғаб олиш қийин эмас.

Тавсия қилинган плакат ва кўргазмали куроллар

кончилик саноатига тегишли дарс машғулотларининг иш жараёнидаги материалларини умумлаштириб, «Муҳандислик графикаси» фани учун ўқув-электрон версиялар ёки электрон дарслик яратишда ҳам қўллаш учун ривожлантириш имкониятини беради.

Адабиётлар:

1. Чизма геометрияси курси. Ш.Мурадов в.б. Т Ўқитувчи 1998 й.
2. Курс начертательной геометрии. В.О.Гордон и др. Москва «Наука» 1988 г.

УДК 001

© Ахмедова Н.М. 2006г.

СПЕЦИФИКА СТАНОВЛЕНИЯ В ВУЗЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАЧЕСТВ СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРА

Ахмедова Н.М., ст. преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности» НГГИ

Реалии нашего времени заставляют по-новому относиться к традиционным качествам инженера, восхищавшим общество еще в середине XX века. Как ученые перестали быть носителями сведений обо всей науке еще в начале позапрошлого века, так и инженер Сайрус Смит из «Таинственного острова», создавший на необитаемом острове без каких-либо справочников и инструментов все достижения

современной Ж.Верну техники от находок руды до выплавления металла и электрического телеграфа, перестал быть идеалом современного инженерного гения.

В наше время даже талантливый инженер, создавший проекты новых объектов, опираясь только на свои знания и опыт, безнадежно отстанет от подлинно современного инженера, использующего при

проектировании всемирно и практически мгновенно доступные, открытые для всех источники информации сети Интернет и доступные только своим сотрудникам информационные мощности локальных информационных сетей предприятия, от современного инженера, проводившего расчеты на современной компьютерной технике с использованием готовых объектов математического обеспечения и пользующегося для создания чертежей не традиционным кульманом, а компьютерными системами автоматизированного проектирования.

В новых социальных, экономических и информационных условиях, небывалой доступности отечественных и зарубежных источников информации особое значение приобретает самостоятельность любого специалиста, его активность, способность дать собственную оценку найденному или появившемуся источнику информации.

Самодисциплина, самоконтроль, активность в избранной сфере деятельности, в повышении своей профессиональной компетентности - необходимые качества современного специалиста. Специалист сегодня - это во многом продукт самого себя. Однако эта разносторонняя самостоятельность особенно эффективна лишь тогда, когда она основывается на высокой культуре личности специалиста, обеспечивающей внутреннюю ориентацию в новых условиях и появляющихся возможностях. Специалист как личность характеризуется жизненными ценностями, испытываемыми и осознанными им потребностями, ценностными ориентациями, учитывающими социальные нормы, идеалами. Все это - продукт освоения им культуры, осознания общечеловеческих ценностей и идеалов.

С социально-экономической точки зрения труд инженера - составная часть труда совокупного работника, его самая высоко-квалифицированная часть, занимающаяся научными изысканиями для повышения эффективности общественного труда. Таким образом, труд инженера - всегда производительный труд, поскольку инженер, даже работая в сфере науки, создает условия для повышения производительности труда совокупного работника.

Творчество, связанное с отходом от традицион-

ных решений, с изысканием новых путей достижения, даже традиционных целей, - необъемлемая часть трудовой деятельности современного инженера. Тем не менее, творческую компоненту нельзя абсолютизировать: специалист, жестко ориентированный на творчество, будет испытывать трудности и дискомфорт в производственных ситуациях, в производственных процессах, которые бывают жестко предписаны (часто из-за обеспечения безопасности), к которым он окажется не только совершенно неподготовленным, но и которые он будет рассматривать как не творческие, а значит, и не заслуживающие его внимания.

В новых социально-экономических и организационных условиях роль инженера неизмеримо возрастает по сравнению с его ролью в условиях командно-административной системы. Для вывода страны из кризиса становится все более очевидной необходимость опоры не на традиционно рассматривавшиеся решающими мнения высшего руководителя, а на консолидированную деятельность профессионалов высшего класса. В этих условиях напряженность и ответственность деятельности специалистов будет возрастать. Соответственно этому должен возрасти статус специалистов в обществе, требуется кардинальный пересмотр как социально-психологических оценок статуса инженера, так и материального вознаграждения этого наиболее квалифицированного труда «совокупного работника».

Деятельность специалиста изменяется с изменением эпохи материальной культуры, эпохи цивилизации. В табл. приведены некоторые особенности эпох материальной культуры. При этом нужно иметь в виду, что в каждой последующей эпохе потребности предыдущей удовлетворяются на более высоком культурном уровне, но они перестают быть проблемами для общества.

В наше время Узбекистан, по сути дела вступает в постиндустриальную и информационную эпоху. Без этого он неминуемо останется на задворках цивилизации.

Постиндустриальная эпоха характеризуется тем, что проблем с производством любых машин не существует, произвести можно все, что угодно, одна-

Т а б л и ц а

Основные признаки разных эпох материальной культуры

Признак сравнения	Доаграрная эпоха	Аграрная эпоха	Индустриальная эпоха	Постиндустриальная эпоха
Основная потребность	Пища	Продукты питания и предметы быта	Машины, товары	Услуги, технологии
Источники энергии на производстве	Мускульная сила человека	Мускульная сила животных и человека, водяные и ветряные механизмы	Природные носители тепловой энергии для машин	Восполняемые источники энергии
Способы удовлетворения основной потребности	Собирательство, охота	Земледелие и животноводство, ремесленничество	Промышленное производство	Высокие технологии



Рис. 1. Новые обстоятельства деятельности инженера в наше время

ко эффективность этого производства определяется используемой технологией. Актуальность перехода не просто к новым, а к новым высоким технологиям видна из многочисленных примеров.

Сейчас часто говорят о наступлении информационной эпохи. Для нее характерно массовое использование в обществе вообще и специалистами в частности средств информации, обеспечивающих сравнительно простой и быстрый доступ к любой существующей в мире открытой информации. Поэтому исключительную ценность приобретает закрытая информация, ее становится все труднее защищать. Проблемы, в том числе технологические, решаются при наличии необходимой и достоверной информации.

На рис. 1 показаны новые обстоятельства деятельности инженера в наше время.

Основные, профессиональные, нравственные ценности современного специалиста:

- ориентация на нетрадиционные решения;
- готовность к преодолению трудностей;
- осознание личной ответственности за положение дел;
- профессиональное достоинство;
- реальная оценка своей квалификации;
- осознание потребности в непрерывном повышении своей компетентности;
- готовность принимать рациональные решения в ответственных ситуациях;
- гуманистическое осмысление технических проблем.

К общепрофессиональным качествам, на возникновение которых у выпускника ориентировано высшее техническое образование, относится, прежде всего, готовность инженера к принятию нетрадиционных решений. Это предполагает творческое отношение к делу.

Список литературы:

1. Фокин Ю.Г. *Преподавание и воспитание в высшей школе.* Москва, 2002.
2. Левина М.М. *Технологии профессионального педагогического образования.* Москва, 2002.
3. Полат Е.С. *Новые педагогические и информационные технологии в системе образования.* Москва 2003.
4. Вульсон С.И. *Уроки профессионального творчества.* Москва, 2003.
5. Абдуллаева Ш.А., Мухаммедов И.Т., Исломов И.Н. *Учебное пособие по педагогике.* Навои, 2001.
6. Взятыйшев В.Ф. *Об инженерном образовании, социальных технологиях и новых типах университетов.* Москва, 1996.
7. Взятыйшев В.Ф. *Инженерное проектирование и творческие способности.* Москва, 1992.
8. Белова В.Л., Стерликов Л.П. *Сущность и структура гуманитарной составляющей образовательно-профессиональных программ подготовки бакалавров в технических вузах* Москва, 1993.

РЯДОВОЙ ИЛИ ВАЖНЕЙШИЙ МИНЕРАЛ

Тураев А.С., зав. кафедрой «Горная электромеханика» НГГИ, канд. геол.-минер. наук; **Таджиева Н.В.**, ст. преподаватель кафедры «Узбекский и иностранные языки» НГГИ; **Назарова С.И.**, ассистент кафедры «Безопасность жизнедеятельности» НГГИ

Глина всегда привлекала внимание человека [1, 2], и во всех священных древнейших книгах господь Бог (Аллах, Вишну, Верховный дух, Саваоф и прочие) лепит Адама – праотца всего человечества, из глины.

Беруни выделяет среди тин (глин) множество разновидностей, например, симинганскую, китайскую глину разных цветов, и каждой из них приписываются свои свойства.

Переворот в первобытном обществе произвело изобретение способа изготовления из горшечных глин керамических сосудов, для чего глина превращается в тестообразную массу, а затем обжигается, приобретая прочность камня. Этот искусственный камень не реагирует ни с кислотами, ни с щелочами. Второй переворот связан с приобретением способа обжига кирпича, что создало возможность кладки стен и зданий, вечных, в сравнении саманными или сложенными из сырья.

В Средней Азии ранее из глины вылепливали фигуры богов и идолов. Китайские мастера научились делать из нее фарфор. В Туркмении издревле бытует представление, что глина все может, а муллы называли ее «землей Аллаха».

Глину можно превратить в минеральную вату, для этого ее смешивают с коксом и расплавляют, а потом расплав расплывают с помощью горячей паровой форсунки. Распушенные волокна застывают и образуют вату.

Железородные окатыши на горно-обогатительных комбинатах изготавливаются также с помощью глины. Ответственное чугунное литье связано с опками, в которые добавляются особые сорта глины.

Без глины невозможно пробурить скважину: добавка ее в промывочную жидкость утяжеляет раствор и помогает выносить из забоя на поверхность тяжелые частицы разрушенной породы. Глинистый раствор укрепляет стенки скважин; забивает, тампонирует трещины и, тем самым, сокращает расход промывочной жидкости.

Известно, что в производстве алюминия используется глинозем. Это окись алюминия, которая не растворяется в воде и кислотах, а температура плавления у нее выше двух тысяч градусов по Цельсию. Окись алюминия – продукт, из которого особым способом выращивают искусственные кристаллы корунда, в том числе крупные, используются при постройке лазеров. Корунды обеспечивают точность хода часов, ими оснащены многие приборы в качестве долговечных подпятников, подшипников, матриц, фильер и многих других целей.

Почему же глины имеют такой широкий спектр применения?

Разгадка – в их свойствах, обусловленных химическим составом и кристаллохимическим строением. Настоящие глины вместе с другими минералами входят, по современным представлениям, в группу силикатов с непрерывными слоями тетраэдров кремнезема в кристаллической структуре. В эту группу входит тальк, гидрослюда, серпентиниты, настоящие глины типа каолинита, монтмориллонита и многие слюдоподобные минералы.

Общее для всех них то, что все они содержат в своем составе гидроксильную группу (ОН) иногда вместе с фтором, а кристаллическая структура определяется тем, что тетраэдры кремнезема укладываются в виде слоев. Такие слои, в свою очередь, укладываются в пакеты, чем и определяется тонкослоистая, чешуйчатая структура минералов.

Таким образом, глины не только могут все, но и являются важнейшими из минералов.

Поскольку состав глины и корундов одинаков, не прекращаются попытки использовать глину для изготовления резцов, и не только как держатель алмазов в керамо-алмазных дисках, но и для создания очень прочных резцов для глиноземов.

В химико-технологическом институте им. Д.И. Менделеева в г. Москве сотрудникам института удалось создать пластинки, названные минерало-керамикой, каждая из которых экономит около 70 граммов вольфрама, нужного для изготовления резцов, делает резец дешевле. В слове «минералокерамика» опять-таки присутствует обычная глина. Греческое название глины – керамос, отсюда такие названия, как керамика и керамзит.

Что такое керамзит? Это искусственный очень легкий и пористый гравий, шарики его получают при обжиге легкоплавких и водонасыщенных сортов глины во вращающихся печах, которые при нагревании вспучиваются, а при вращении печей – окатываются.

Диаметр таких шариков меняется от полусантиметра до сорока миллиметров. Керамзитовые шарики используются главным образом как наполнители бетонов и не только облегчают эти бетоны, но и делают их тепло- и звукопроницаемыми. В то же время применение керамзитов удешевляет строительство, упрощает его.

Имеются интереснейшие опыты по применению керамзитовых шариков в качестве основы при гидроронном выращивании огородных культур, овощей.

Можно посвятить множество страниц этому минералу. История глины не только интересна, но и поучительна.

Что же касается Навоийского региона, то авторы

статьи считают возможным и необходимым применение чистой глины разновидностей глины-каолина для очистки воды в очистительных сооружениях города и области.

Список литературы:

1. Кренделев Ф.П. *Легенды и были о камнях*. Красноярское книжное издательство, 1985
2. Самсонов Л.А. *Самоцветы*. М.: Недра, 1984

УДК 622.7

© Рўзиева Р.Х., Аскарлов М.А. 2006 г.

БЕРУНИЙ ЁЌУТ ЖАВОЊИРЛАР ҲАҚИДА

Рўзиева Р.Х., НДКИ «Гуманитар фанлар» кафедраси доценти, фалс. фанл. номз.;

Аскарлов М.А., НДКИ «Металлургия ва бойитиш» кафедраси мудири, доцент, техн. фанл. номз.

Илми, инсон ҳаётининг мазмуни ва келажакнинг меваси деб юқори баҳолаган Абу Райҳон Беруний Ўрта асрнинг буюк комусий олими, беқиёс ақл-заковат соҳиби, фанларнинг ва ижтимоий ҳаётнинг жуда кўп жиддий муаммоларини ҳал қилиб, шулар асосида жуда кўп илмий асарлар яратган улкан донишманддир. У фалсафа, ижтимоий, тарих ва бошқа фанларнинг ривожланишига катта ҳисса қўшган.

Беруний хоразм тили билан бирга сўғдий, форсий, сурёний, юнон, қадимги яҳудий тилларини, ҳатто қадимги ҳинд тили-санскритни ҳам ўрганган. У юнон классик илми астрономия, физика, математика, геодезия, геология, минералогия, ботаника, тарих, этнография, фалсафа ва филологияни пухта эгаллаб, бу фанлар тўғрисида ўз қарашларини баён қилган.

Улуғ мутафаккир ғоялари ўрта аср илғор тафаккурининг юқори чўққиларидан биридир. У ўз асарларида дунёнинг чексизлигини, китъалар ва океанлар доимо ўзгариб туришини, яъни бир сув босиб, бир тоғ кўтарилиб, давр ўтиши билан денгизлар чўлга айланиш ҳодисасини илмий асослаган. (Индонезия, Ҳинд денгизи, Австралия қирғоқларидаги 2004 йил декабрь ойи сунами сув босқини Беруний башоратининг амалий тасдиғидир).

Беруний Ўрта Шарқ олимлари орасида биринчи бўлиб, ернинг шар шаклида эканлигини исботлади ва ер куёш атрофида айланади, деган тўғри фикрга келди. У ер шари ўлчамини аниқлади, эни 5 м келадиган глобус ясади, дунё харитасини чизди. Дунёнинг қаерида қандай бойликлар борлигини, денгиз сувининг ҳар кун икки марта қалқиб – қайтиб туришини, ой ва куёш тутилишларининг сабабини соддагина қилиб изоҳлаб берди. Амударё қайси вақтда тошиб, қайси вақтда саёзланиб қолиши жадвалини тузди.

Маълумотларга қараганда, олим яратган 152 та асардан 28 таси бизгача етиб келган ва улар ичида қуйидагилар алоҳида ўрин тутади: «Қадимги халқлардан қолган ёдгорликлар», «Қарталар

қизиш», «Масъуд қонуни», «Астрономия қонунлари», «Минералогия», «Доривор ўсимликлар ҳақида китоб» каби йирик асарлари жаҳон халқларининг турли тилларига таржима қилинган.

Маъмун даврида Урганчда «Маъмун академияси» номи илмий марказ ташкил этилади ва у ерда мусулмон Шарқининг йирик олимлари билан биргаликда Беруний ҳам фаолият кўрсатади.

Маъмун Ғазнавийнинг Ҳиндистонга юришларида унга ҳамроҳ бўлган Беруний санскрит (эски ҳинд) тилини билгани учун ҳинд халқи маданияти, адабиёти ва санъати билан яқиндан танишиш имкониятига эга бўлади ва бу меҳнатлари натижасида 1030 йилда ўзининг Шарқ ва Ғарбда кенг эътироф қилинган машҳур «Ҳиндистон» асарини яратади. Асарда Абу Райҳон Берунийнинг Ҳиндистон ҳақидаги барча қарашлари ўз ифодасини топган.

Унинг дунёқарашидаги характерли хусусиятлардан бири-диний эътиқодларга бетараф қараши, ғайри динларга нисбатан беғаразлиғидир. У Аллоҳга ва унинг пайғамбарига бағишлаб ижобий фикрлар айтган.

Беруний асарларида билиш масалалари муҳим мақомга эгадир. Билишга бўлган қизиқишнинг иккита сабаби бор. Биринчидан, бу ўзига хос лаззатдир. Иккинчидан билишдан мақсад, одамлар эҳтиёжини қондиришдир. Билиш сезгилар етказиб берган маълумотдан бошланади. Олим илм ўрганиш вақт ва сабрни талаб этишини уқтиради.

Беруний илми кейинги авлодларга етказувчи восита тил деб ҳисоблаган ва унинг аҳамиятини асослаб берган. Мутафаккир хат ёзиш тарихини қуйидагича баён этган: Исломунос алломалар дастлабки пайтларда ислом қоидаларини ошланган териларга ёзгандир. Шунга кўра, Қуръон ва Таврот ҳам кийик терисига ёзилган эди. Асл қоғозни эса Самарқандлик асир олинган бир олим кашф этган.

Машҳур тарихчи олим Г. Сартон жаҳон фани тарихида XI асрнинг биринчи ярмини Беруний даври деб атади. Олим яратган йирик асарлар бу фикрнинг ўринли эканлигини тасдиқлайди.

Абу Райхон Беруний ўзининг «Минералогия» асарида ёқут жавоҳирига алоҳида эътибор беради. Алломанинг таъкидлашича, ёқут қимматбахо тошларнинг энг асл, чиройли ва кўркам кўринишга эга бўлганларидан биридир. Шу билан бирга баҳоси ҳам ўзгалардан юқори. Аввало, унинг уч хил нави бор бўлиб, улар оқ ёқут, зангори ёқут, сариқ ва қизил ёқутлардир. «Худо ҳаққи, унинг энг ноёби қизил туслисидир», деб маълумот келтиради олим. «Чунки қолган ранглардан – кўкимтир ранг кўрқиб ва чўчиб кетган одамнинг юз ўзгаришини билдирса, сариғи сарғайма касал ёки захиллик аломатидандир. Шу боисдан қизил ёқут энг қимматбахо ҳисобланган». Беруний Ҳамза, Ибн Ал-Ҳасан Ал-Исфакондан маълумотлар келтириб, унинг номланишини қуйидагича таърифлайди: Форсча яқай дейилса, арабчада ёқут дейилади. Форслар унга Сабади-асмур деган ном бериб, ўлат касаллигини кайтаради деб ишонганлар. Чунки форсларда ўлатни сабадж дейилади. Ҳиндистонликлар қизил ёқутни падма-раг деб таърифлайдилар. Падма-раг дегани қизил нилуфарни билдиради. Ҳиндлар асосан қизил қуюқ рангли, тоза ва шаффоф тошларни хуш кўришади. Қўлларда сув юзидаги оқ ва қизил нилуфар гуллар кўзни қувонтиради. Кўкимтир ранглар кам учрайди. Кеч кирганда кўкимтир ранглар ҳам қизил-тусга киради. Тонг отиб, қуёш чикқач эса, бу қизил тус олган нилуфарлар яна ўз ҳолига кўкимтир рангга кайтадилар. Ҳиндлар ёқутларнинг бу навини падма-раг деб аташларининг боиси шундандир. Баъзида ёқутларнинг қизил анор рангли ёки зангори ранглари аниқланган. Бу ранглар асосан ёқутшуносларнинг маҳорат ва зеҳнларига асосан аниқланиб баҳоланади. Қизил анор тусли ёқутлар Ироқда кадрли бўлса, зангориси Хуросонда кенг савдо хусусиятига эга. Беруний Ал-Киндийдан мисол келтириб, ёқутнинг зангори рангига таъриф беради ва ёқутнинг оқ туслидан зангори рангигача бўлган навини келтиради. Барча ёқут тошлари ўз сифатига кўра қуюқ тусда сувда товланиши, нур қайтарувчанлиги ҳамда нуқсонсизлигига қараб ўз баҳосини топади. Шу ўринда Абу Райхон Беруний ёқут ҳақида Ар- Райнинг бир шеърини келтиради:

Маржон ва ёқут шундай тош эканин билким,

Ёнар чўғ мисол безар у гўзаллар кўксин.

Абу Райхон Беруний ёқут тошлар ҳақида жуда кўп маълумот бериш билан бирга, уларнинг яна айрим сифат белгилари ҳақида маълумотларни тўла ва батафсил келтиради. «Биз уларни қисқача таърифласак, шундай навлари мавжуд: Рай шаҳридаги ёқутшуносларнинг айтишларича, энг афзали ва қиммати қизил рангли ёқут, сўнгра зангори, сўнгра сариқ, кейин кўкимтир ва энг арзон нави оқ ранг экан. Сариқ ранг (сафсар), тўқ сариқ қуюқлаша бориб қизил рангга яқинлашади. Тўқ сариқ бора-бора диловар анор донаси рангига, сўнгра зардоли рангига, кейин эса лимонли тусга, сўнгра сомон ранг бўла бориб, оққа яқинлашади, кейин эса бутунлай оққа ўтади.» Кўриниб

турибдики, ёқутнинг рангларини чуқур билиш маҳоратига эга бўлган ёқутшунос бўлмаса, уни тўғри аниқлай олмайди, Шу ўринда Беруний ёқутнинг Буқаламун (хамелеон) турини мисол келтиради. Атроф-муҳит ва нур тушишига қараб, об-хаво ўзгаришига қараб, айрим ёқутлар буқаламунга ўхшаб турланадилар. Бу рангларни тоғнинг тоза сувларига ботирганда товланишига қараб ажратиш мумкин бўлади.

Кўкимтир ранглар ичида энг яхшиси товус паидай кўкимтир товлангандир. Сўнгра осмон кўк гумбази рангига ўтгани, кейин эса нилуфар гул рангига ўхшаши, ундан кейин эса тоза сувсимон ёқут, у эса оқ ёқутга яқинлашади. Булар ичида сурма рангларни ҳам фаркламоқ керак бўлади, бундан қора нефт рангига ўтади. Товус пат рангтошнинг бир мисқоли баҳоси ўн динор бўлиб, аста-секин пасайиб, бир динорга тушади. Яшил ёқут ҳақида қуйидагиларни келтириш мумкин. Яшил ёқутнинг яхшироғи оқ сариқ рангли, сўнгра тоғписта рангли ва бора-бора оқарган ҳолга ўтишига қараб навланади. Унинг нархи кўкимтир ёқут нархига яқин туради.

Ҳиндистонда оқ тусли ёқутларнинг «Ойтош» деган хили маълум. Ҳиндлар бундай тошни қоронғуликда сақланса, ундан сув томчилайди дейишади. Бундай тошлардан бирини муаллиф М. Аскарлов 1997 йил Олмаликлик бир қарияда кўрган. У ҳам боболаридан мерос бўлиб, тахминан 1800 йиллардан бери сақланиб келинар экан. Бу тош кафтдек бўлиб, икки томони ясси-силлиқ эди. Икки томонига араб алифбосида Қуръондан оятлар битилган эди. Қариянинг таъкидлашича, бу тошни тутканок ва кўрқинчли тушлар кўрувчи кимса кечаси болиши остига қўйиб ётса, қирқ кун давомида бу касалликдан холи бўлар экан.

Оқ ёқут тоғ хрустали тошдан анча зич (солиштирма оғирлиги қатта) бўлиб, ундан оғирроқдир. Бу тошни оғизга солинса, у музлайди. Сабаби у оғиз бўшлиғидаги намни ўзига ҳўллайди. Иссиқ пайтларда уни салқин, қоронғи жойга қўйса, унинг юзасида сув томчилари пайдо бўлади. Бу ҳол, металл буюмларда ҳам кузатилади. Бунинг сабаби қадимги омма айтганидек, ойтош ичидан сув томчилари силқиб чиқишидан эмас, балки иссиқ-совуқ харорат алмашинувидан, иссиқ буғнинг совушидан ҳосил бўлган сув томчиларидир. Бу фанда конденсация деб аталади.

Абу Райхон Берунийнинг жавоҳирлар ҳақидаги «Китоб ал-жамоҳир фи маърифат ал-жавоҳир» («Жавоҳирни билиш учун тўпلام китоби») асари ҳам қатта аҳамиятга эга. Бу асар қисқагина қилиб, «Жавоҳир китоби» деб ҳам аталади.

Алломанинг бу китоби аниқ фанлар сирасига кирса ҳам, оммабоп асар. Унда жавоҳир билан боғлиқ бўлган турли – туман шеър, ҳикоят, воқеалар баён этилган. Мутафаккир илмий мулоҳазани тушунтириш енгилроқ бўлсин деб, ўз асарида бирор модда тўғрисида ёзганида уни шундай ҳикоя ё шеърлар билан безашга уринган.

Бу ҳақда Абу Райҳон Берунийнинг ўзи шундай ёзади: «Гарчи биз баъзи жойларда турли фанларга ўтиб, баёнимизга алоқаси узоқ бўлган масалаларга киришиб кетсак ҳам, бу ҳол гапни чўзиш ва кўпайтириш мақсадида эмас, балки ўқувчини зериктирмаслик учундир. Чунки доимо бир хил нарсага қарайвериш малоллик ва сабрсизликка олиб келади. Ўқувчи бунда фандан фанга ўтиб турса, турли боғларда юрганга ўхшайди, бирини кўриб улгурмай, бошқаси бошланади ва у «Ҳар бир янги нарсада лаззат бор» дейилганидек, уларни кўришга қизиқади ва кўздан кечиришни истайди.

Умуман олганда, олимнинг «Жавоҳир китоби» асарини мутолаа қилган киши ундан ўзига керакли маълумот топиши аниқ. Масалан, аллома бир кишининг тошдан ўтда ҳам қуймайдиган кўйлак тўқиганини ажойиб тарзда ҳикоя қилади.

«Жавоҳир китоби»да муаллиф жуда кўп жавоҳирларни таҳлил қилади, маъданлар хусусиятини баён этишда ҳам, улар билан боғлиқ бўлган воқеаларни битишда ҳам ўзига хос йўл тутаяди. Унинг асарида келтирилган тошлар билан боғлиқ турли-туман нақл ва ўғитлари, қисса ва мулоҳазалари ўз даврида юз берган воқеалар бўлиб, булар муҳим аҳамиятга эга.

Абу Райҳон Беруний ёқутнинг ёмғир селлари олиб келишига сабаб, ўша водий сувининг бошланиш жойи ёқут маъдани бўлган тоғдан эканлигини илмий асослайди.

Аллома ейиладиган донлардан гуруч, яслик мошларнинг турли – туман навларидан бўлак яна калат деган доннинг ковуқ тошларини майдалаш хосияти борлигидан ташқари, бу доннинг таъсир кучи бу тошлардан ўтиб, ҳатто тоғ тошларига ҳам этишини айтади. Шунгача бориб етилган эканки,

ёқут кавловчилар, агар маъданкон ичидаги қаттиқ жойга дуч келиб қолишса-ю, уни ковлаб олиш оғир бўлса, пиширилган калатни ўша ерга қуйиб, ўзлари бир муддатга кутиб туриб, кейин ковлашга тушишар экан. Шунда ўша қаттиқ жойни синдириш ва майдалаш энгил бўларкан. Бу худди олтин ва кумуш маъданлари олишда қаттиқ жойга дуч келинганида ўтин ва ёғ солишиб олов ёқишга ўхшаб кетади. Жабал (тоғ) деб номланувчи ёқутнинг аталиши, мутафаккирнинг фикрича, унинг жуссаси катталигига тўғри келади, ҳатто қандай бўлмасин, ҳажми катта бўлган ҳар бир ёқутни ҳам шундай деб атайверишган. Улар ичида қалинлиги кафтдай келадиган топ-тоза тошлар ҳам бўлиши, улардан донни бемалол кўриш мумкинлиги, унинг вазни ўттиз мисқолга етиши тўғрисида, «Анқо» деган тошнинг вазни 21 мисқол, «Минқор» (тумшук) деган 15 мисқоллик бошқа бир тош ҳам борлигини ёзади. 15 мисқоллик тош қизил ёқутдан бўлиб, кўринишидан сариқ тумшукли қушга ўхшагани ажойиб ҳодиса бўлган. Яна ўша даврда қизил бахрамоний ёқут бўлгани, унинг ранги тоза сариқ бўлиб, вазни эса қарийб уч мисқол келиб, киймати юз минг динор турган.

Албатта, бир кичик мақолада Берунийнинг қимматбаҳо тошлар ҳақидаги барча маълумотини келтириб бўлмайди. Шу боисдан биз унинг илмий меросидан бир лавҳа келтирдик, холос.

Умуман, Абу Райҳон Берунийнинг жавоҳирлар ҳақидаги дурдона асарлари фақатгина қимматбаҳо тошлар, уларнинг тузилиши ҳақидагина эмас, балки ана шу қимматбаҳо тошлар устида бўлган воқеалар, жангу жадаллар ва тарихий воқеалар тўғрисида гувоҳлик бериши билан ҳам қимматлидир.

© Рубцов С.К., Шлыков А.Г. 2006 г.

РЕЦЕНЗИЯ НА МОНОГРАФИЮ П.А. ШЕМЕТОВА «ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ»

Рубцов С.К., канд. техн. наук, действительный член АГН РФ (ВНИПИ протехнологии); Шлыков А.Г., канд. техн. наук (ВНИПИ протехнологии)

Монография П.А. Шеметова «Повышение эффективности использования георесурсного потенциала при разработке месторождений», Ташкент, Издательство «ФАН» АНРУз, 2005 г. посвящена одной из важнейших проблем - повышению эффективности использования георесурсного потенциала горнодобывающей отрасли Республики Узбекистан, что рассматривается на примере золоторудного месторождения Мурунтау, обрабатываемого открытым способом.

В рецензируемой работе анализируется комплекс научно-технических и проектных решений, апробированных в карьере Мурунтау с учетом расширения его границ, увеличения глубины и снижения кондиций на руду для увеличения продолжительности существования горноперерабатывающего предприятия.

Актуальность, рассматриваемых в монографии вопросов, не вызывает сомнений, т.к. они направ-

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

В декабре 2005 г. в Москве на заседании Президиума Академии горных наук доктор технических наук, профессор Бахадиржан Раимжанов избран иностранным членом Академии горных наук Российской Федерации.

Раимжанов Б. в 1971 г. окончил горно-металлургический факультет Ташкентского политехнического института по специальности «Технология и комплексная механизация подземной разработки полезных ископаемых» и был оставлен при кафедре стажером – исследователем сроком на один год. После окончания целевой аспирантуры и защиты кандидатской диссертации он был принят на работу ассистентом кафедры «Технология и комплексная механизация подземной разработки месторождений полезных ископаемых» ТашПИ. В 1978 г. избран по конкурсу на должность старшего преподавателя, а в 1981 г. - на должность доцента. В 1988-1991 гг. Раимжанов Б. учился в очной докторантуре при Московском горном институте и подготовил к защите докторскую диссертацию, а в 1992 г. успешно ее защитил. В 1991-1995 гг. он работал доцентом кафедры, заместителем декана горно-металлургического факультета, деканом, заместителем проректора Горно-геологического центра, профессором и заведующим кафедрой «Технология и комплексная механизация подземной разработки месторождений полезных ископаемых» Ташкентского государственного технического университета. С 1995 г. он директор Навоийского филиала Ташкентского государственного технического университета. На базе этого филиала был создан Навоийский государственный горный институт, первым ректором которого Раимжанов Б. являлся по 2005 г.

Раимжанов Б. в 1982-1983 учебном году находился на десятимесячной стажировке в США. В 1994 г. он, находясь в научной командировке в Германии, участвовал в международной конференции и научных семинарах, где выступил с докладами.

Научные направления деятельности Раимжанова Б. посвящены проблемам подземной разработки угольных месторождений. Многие его научные труды относятся к заблаговременной дегазации угольных пластов с целью создания



безопасных условий труда в угольных шахтах. Особое место в его научной деятельности занимают проблемы отработки высокогорных месторождений угля в сложных горно-геологических условиях. Разработанные им технологические схемы успешно применяются на угольных шахтах Средней Азии. В качестве альтернативы традиционным способам подземной угледобычи Раимжановым Б. предложены нетрадиционные технологические схемы на основе подземной газификации и подземного сжигания угля, которые обеспечивают вовлечение в сферу промышленного производства дополнительные топливно-энергетические ресурсы.

С 1996 г. под руководством Раимжанова Б. ведутся научно-исследовательские работы в рамках государственных научно-технических программ по разработке и внедрению высокоэффективных геотехнологических и биотехнологических способов добычи и переработки руд благородных, цветных и редких металлов.

Раимжанов Б. является автором 157 научных трудов, в том числе, трех монографий, четырех учебников и учебных пособий и семи изобретений и патентов. Под его научным руководством защищены две кандидатские и две докторские диссертации.

Профессор Раимжанов Б. участвует в формировании научно-технической политики в области горного дела в Республике Узбекистан, является председателем единственного в Республике Специализированного совета по защите кандидатских и докторских диссертаций по горным специальностям, членом редколлегии Республиканского журнала «Горный вестник Узбекистана».

Он награжден нагрудным знаком «Отличник высшего образования» Республики Узбекистан и «Горняцкая слава» второй степени.

Научно-техническая общественность поздравляет Бахадиржана Раимжанова с избранием иностранным членом Академии горных наук Российской Федерации и желает ему новых творческих успехов на благо прогресса отечественной науки и процветания Узбекистана!

РАСЦЕНКИ НА РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМЫ в журнале "Горный вестник Узбекистана"

Цветная обложка, вкладка
Формат А4

800 USD	450 USD	
	250 USD	150 USD
		80 USD

Цветная обложка, вкладка
Формат 70×108 1/16

600 USD	350 USD	
	150 USD	80 USD
		40 USD

Объем и вид публикаций	Формат	Скидка
I. В основном номере журнала: - в двух номерах - в трех номерах - в четырех номерах - более чем в четырех номерах	A4, бумага лакированная 250 г, цифровая цветная печать	10 % 15 % 20 % 25 %
II. В литературно-художественном приложении к журналу: - в одном номере - в двух номерах	70×108 1/16 бумага лаки- рованная 250 г, цифро- вая цветная печать	- 10 %
III. Одновременно в основном номе- ре и в литературно-художественном приложении к журналу: - в четырех номерах - более чем в четырех номерах	A4, бумага лакированная 250 г, цифровая цветная печать 70×108 1/16 бумага лаки- рованная 250 г или глянцевая 135 г, цифро- вая цветная печать	25 % 35 %

При условии размещения рекламы в нескольких номерах журнала предоставляются следующие скидки:

При размещении рекламы Рекламодателю предоставляется право бесплатной публикации статьи (объемом до 3-х журнальных страниц) по выпускаемым им оборудованию и материалам.

Возможно также размещение информационных статей без рекламных страниц. В этом случае стоимость размещения статьи составляет 200 долларов США за журнальную страницу.

Для предприятий и организаций - резидентов Республики Узбекистан базовая цена на размещение рекламы снижается на 50 % с сохранением системы скидок, и оплата осуществляется в суммах по курсу Центрального банка Республики Узбекистан на день оплаты.

Дополнение к расценкам на размещение рекламы:

Установить договорные расценки на размещение рекламы для следующих случаев:

а) между Учредителем журнала (НГМК, НГГИ или O'zGEOTEXLITI) и Рекламодателем заключено соглашение о сотрудничестве, независимо от предмета и формы такого соглашения (протокол намерений, договор о научно-техническом сотрудничестве и т.п.);

б) в готовящемся к выпуску очередном номере имеются невостребованные рекламные места (страницы) на обложке и/или вкладке журнала, и если отсутствуют заказы на размещение на этих местах рекламы по утвержденным расценкам.

Величина договорной базовой цены на размещение рекламы определяется соглашением между Филиалом Редакции журнала и Рекламодателем, но при этом она не должна быть ниже:

50 % от утвержденной расценки - для нерезидентов Республики Узбекистан;

10 % от утвержденной расценки - для резидентов Республики Узбекистан.

Сохранить в обоих случаях за Рекламодателями право пользования утвержденной системой скидок.

лены на увеличение выпуска золота, цена на которое имеет тенденцию к повышению. В монографии разработана стратегия развития карьера Мурунтау до глубины 1000 м, преобладающими элементами которой являются оптимизированный режим горных работ, рационализация параметров бортов карьера, а также технологический транспорт. Отмеченные факторы, по мнению автора, оказывают основное влияние на эффективность ведения горных работ, что позволяет спрогнозировать стабильную работу карьера до 2030 г.

Автором проделана большая работа по систематизации результатов многолетних исследований, проведенных в различное время в карьере Мурунтау и их объединению с учетом собственных разработок в единую систему. Достаточно подробно рассмотрена концепция развития горно-перерабатывающего комплекса на основе технологических, технических, экономических аспектов, направленных на повышение эффективности использования потенциала месторождения с учетом усложняющихся горнотехнических условий его отработки и снижения содержания полезного ископаемого в руде и других факторов.

Предложен новый подход к решению вопроса устойчивости бортов карьера, который основан на постепенном уменьшении коэффициента запаса устойчивости по мере увеличения глубины карьера, что, по мнению автора, позволит при рациональном профиле борта обеспечить безопасное ведение горных работ на завершающей стадии эксплуатации карьера и увеличить его глубину более чем на 120 м без расширения границ по поверхности.

Известно, что с ростом глубины карьера неизбежно увеличение транспортных затрат в себестоимости добычи руды. Их снижение возможно внедрением более эффективных технологий, в частности, циклично-поточной технологии (ЦПТ), значительный опыт эксплуатации которой накоплен в карьере Мурунтау. Автором довольно подробно представлено научно-техническое обоснование проблемы использования конвейерного транспорта вместо автомобильного, в связи с тем, что увеличение расстояния перевозки и высоты подъема приводит к снижению эффективности его использования. Частичная замена автомобильного транспорта на менее энергоемкий - конвейерный повысила эффективность работы ЦПТ за счет снижения затрат и увеличения объемов транспортирования горной массы из карьера.

Значительный интерес вызывают представленные в монографии исследования взаимосвязи скорости понижения горных работ с параметрами системы разработки, включающими размеры рабочих площадок, экскаваторных блоков, углов наклона рабочих бортов, а также количеством и типоразмерами выемочно-погрузочного оборудования и др. Установлены зависимости влияния ширины рабочей площадки на скорость понижения горных работ, а также скорости продвижения работ и скоро-

сти глубины рабочей зоны от длины экскаваторных блоков.

Для решения задач рационального управления режимом горных работ в карьере автором предлагается использовать методы непрерывного проектирования и планирования в системе «карьер - природно-технологическая зона - выемочный блок - забой», реализация которых в комплексе с компьютерными программами позволяет оперативно принимать корректирующие решения при изменении горно-геологической, технической и экономической ситуации. Реализация указанного метода позволила снизить годовую производительность карьера по горной массе с 35-45 млн. м³ до 30-35 млн. м³. С учетом темпов понижения горных работ, уменьшением ширины рабочих площадок, а также длины экскаваторных блоков, автором предложены номографические методы определения параметров выемочного блока для различных типов экскаваторов.

Имеющийся у автора опыт исследований в области интенсификации технологических процессов БВР, позволил ему рекомендовать обоснованные параметры БВР при различной высоте уступа с использованием эмульсионных ВВ, которые в настоящее время являются основным взрывчатым составом, применяемым на карьере Мурунтау.

Снижение содержания полезного ископаемого в руде в сочетании с увеличением мощности горно-транспортной техники потребовало изменение формирования рудных грузопотоков карьера. В связи с чем, автором предложена и обосновывается необходимость перехода на селективно-валовую отработку рудных зон, что обеспечивает снижение потерь руды при добыче.

Практическое воплощение данной задачи реализовано в разработанном автором номографическом методе, позволяющем еще на стадии подготовки блока к отработке на основе информации о его запасах, решить вопрос о валовой или селективно-валовой выемке.

При общей положительной оценке монографии нельзя не отметить, что отдельные главы книги незначительны по представленному в них объему материала (3-4 листа) и без ущерба для общего содержания могли бы быть объединены.

Оценивая рецензируемую монографию в целом, следует отметить высокий инженерно-технический уровень ее изложения, актуальность и практическую значимость представленного в ней материала. Многие рассматриваемые в книге вопросы повышения эффективности использования георесурсного потенциала при разработке месторождений на примере золоторудного глубокого карьера Мурунтау и их решение могут быть использованы другими крупными горнорудными предприятиями, осуществляющими добычу полезных ископаемых открытым способом. Монография, несомненно, представляет интерес как для инженерно-технических и научных работников, так и студентов вузов горно-геологического профиля.